

**CHRISTIAN IGOR ESCOBAR MARTINEZ**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DA INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA  
SELEÇÃO VISUAL DA COR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Mestrado em Odontologia – Área de concentração - Prótese Dentária / Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Ângela Maziero Volpato.

Co-orientador: Prof. Diego Klee de Vasconcellos

Florianópolis – SC

2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da  
Universidade Federal de Santa Catarina

E74a Escobar Martinez, Christian Igor

Avaliação clínica da influência da iluminação na seleção visual da cor [dissertação] / Christian Igor Escobar Martinez ; orientadora, Cláudia Ângela Maziero Volpato. - Florianópolis, SC, 2012.

113 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Cor na odontologia. I. Volpato, Cláudia Ângela Maziero. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314

CHRISTIAN IGOR ESCOBAR MARTINEZ

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DA INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA  
SELEÇÃO VISUAL DA COR**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Odontologia, área de concentração Prótese Dentária”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de março de 2012.

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Ângela Maziero Volpato,  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Neimar Sartori  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jussara Karina Bernardon  
Universidade Federal de Santa Catarina

*A mi familia, Guillermo, Ester y  
Esteban; a la vida, al mar y a  
la constelación de Orión por  
acompañarme en todas mis  
aventuras.*

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À minha querida Professora DRA. CLAUDIA MAZIERO VOLPATO, pelas orientações e por me ajudar a manter os pés no chão e não na areia. Por me receber desde a primeira vez que eu vim da Guatemala, cheio de muitas idéias e ilusões...obrigado por ser parte importante deste sonho feito realidade.

Ao Professor DR. GUILHERME CARPENA LOPES, pela grande amizade, os conselhos, as orientações e as aulas deportunhol. Muito obrigado mesmo.

Aos Professores da banca examinadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jussara Karina Bernardon e Prof. Dr. Neimar Sartori, pelas sugestões e orientações, é uma honra ter vocês na minha defesa, obrigado.

Aos meus grandes amigos, parceiros e colegas de mestrado CARLOS HENRIQUE THIESEN e MARCO DINIZ AZEVEDO, pelos bons momentos compartilhados.

A mi querido amigo XAVIER SALAZAR, por la amistad y la hermandad.

Aos meus amigos e colegas de Mestrado CARLOS GARCIA, CAROLINA BULLEN e demais colegas e amigos do Mestrado. Obrigado por fazer desta experiência uma só alegria.

Aos meus grandes amigos e parceiros nas ondas da vida ABRAÃO MORATELLI, CARLO LAGO e LEONARDO RAMPINELLI ZANELLA.

Aos meus queridos amigos e à equipe do IPENO, obrigado pela oportunidade, carinho e amizade.

Por último, mas não por isso menos importante, quero agradecer com todo meu coração às minhas três irmãzinhas da alma e coração:

KARLINHA, muito obrigado por ser uma das pessoas mais especiais que conheci na minha vida, obrigado por ser tão boa amiga, irmã, parceira, colega e orientadora desta vida e muitas outras mais. Muito obrigado por fazer-me sentir SEMPRE em família, você vai ser sempre minha madrinha Brasileira.

MEREDICHI, muchas gracias por ser esa risa que siempre me acompañó en los momentos más alegres y tristes de esta linda experiencia. Te agradezco por ser mi hermana gemela, sos y serás siempre esa persona que al pensar en vos, me sacará una sonrisa de oreja a oreja, te quiero muchísimo.

SANDIA, muito obrigado por me ensinar que a vida sem amigos não é vida, por ser essa pessoa que sempre vai me lembrar que temos que viver a vida com paixão, loucura e amor. Muito obrigado por sempre estar presente e por ser cúmplice das muitas risadas que acompanharam esta maravilhosa aventura.

# **AGRADECIMENTOS**

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, pela oportunidade de estudar e aprender nessa prestigiosa instituição.

Ao Professor DR. RICARDO DE SOUZA MAGINI, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia durante o período deste curso, pela dedicação ao programa.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de concentração Prótese Dentária , agradeço a vocês pela experiência acadêmica e científica.

À CNPQ e à CAPES, pelo apoio para a realização dos cursos de Pós-Graduação no Brasil e pela oportunidade de vagas para estrangeiros.

Ao Professor SÉRGIO TORRES DE FREITAS, pela análise estatística dos resultados.

Aos funcionários da BIBLIOTECA SETORIAL DE ODONTOLOGIA da UFSC, pela atenção na busca do material literário.

Aos funcionários da COORDENADORIA DE PÓS-GRADUACÃO, em especial à ANA MARIA VIEIRA FRANDOLOZO pelo carinho e atendimento.

A todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na elaboração desta dissertação.



*"A todo hombre que sueña le falta  
un tornillo. Este tornillo no los  
volverá cuerdos; por el contrario  
los preservará contra la pérdida  
de esa locura luminosa de la que  
se sienten orgullosos"*

*Quinquela Martín.*

MARTINEZ, CIE. **Influência da iluminação na seleção visual da cor.** 2012. 107f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

**Objetivo:** O propósito deste trabalho foi avaliar a influência da iluminação na seleção visual da cor. **Metodologia:** Sessenta alunos do curso de Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, com uma idade média de 23 anos, selecionaram pelo método visual, a cor do incisivo central superior direito de uma paciente, utilizando duas escalas de cor VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D Master (V3D) (VITA Zahnfabrik, Alemanha), com e sem o auxílio de uma fonte de iluminação padrão de 6.500K. **Resultados:** Para controle, a cor foi obtida por seleção instrumental com espectrofotômetro. Na análise estatística, foi aplicado o *Teste de proporções* entre os grupos testados, Grupo 1 com luz ambiente e Grupo 2 com iluminação padronizada, sendo que as diferenças estatísticas foram observadas diferenças estatísticas entre VC (luz ambiente) (3,3%) e V3D (luz ambiente) (6,6%) ( $p=0,5536$ ); VC (luz padronizada D65) (50%) e V3D (luz padronizada D65) (63,3%) ( $p=0,2974$ ); VC (luz ambiente) (3,3%) e VC (luz padronizada D65) (50%) ( $p<0.0001$ ); V3D (luz ambiente) (6,6%) e V3D (luz padronizada D65) (63,3%) ( $p<0.0001$ ). Mediante o teste *Mann-Whitney*, foram comparados os escores de acertos dos dois grupos, para as seleções visuais com e sem iluminação padronizada. **Conclusão:** Independente da escala de cor, a utilização de uma fonte de iluminação padronizada de 6.500K aumenta a probabilidade de acerto na seleção da cor na clínica odontológica.

Palavras chave: cor, iluminação, seleção visual, D65.

MARTINEZ, CIE. **Influência da iluminação na seleção visual da cor.** 2012. 107f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## **ABSTRACT**

**Purpose:** The purpose of this study was to analyze the influence of illumination on the visual shade selection of tooth color. **Methods:** Sixty undergraduate students of the Universidade Federal de Santa Catarina school of dentistry, with a mean age of 23 years, selected by the visual method, the color of a maxillary right central incisor of one patient, using two types of shade guides, VITA Classical (VC) and VITA Linearguide 3D-Master (V3D) (VITA Zahnfabrik, Germany) with and without the use of a standard artificial daylight source 6500K. **Results:** The results were compared with prior spectrophotometric data. Statistical analysis was applied to test of proportions between the groups, and statistical differences were found between: VC (ambient light) (3,3%) and V3D (ambient light) (6,6%) ( $p= 0,5536$ ); VC (standard daylight D65) (50%) and V3D (standard daylight D65) (63,3%) ( $p= 0,2974$ ); VC (ambient light) (3,3%) and VC (standard daylight D65) (50%) ( $p<0.0001$ ); V3D (ambient light) (6,6%) and V3D (standard daylight D65) (63,3%) ( $p<0.0001$ ); By the Mann-Whitney test, were compared the scores of correct answers of the two groups for the visual shade selections with and without the use of the standard illuminant D65. **Conclusions:** Regardless of the shade guide, the use of a standardized light source 6.500K increases the probability of correct color selection in the dental clinic.

Keywords: color, illumination, visual shade selection, D65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espectro eletromagnético.....	25
Figura 2- Metamerismo.....	34
Figura 3 - Árvore da cor de Munsell.....	40
Figura 4 - Dispositivo experimental.....	66
Figura 5 - Fonte de energia externa.....	66
Figura 6 - Assinatura do termo de consentimento.....	67
Figura 7 - Participante realizando o teste <i>Ishihara</i> .....	70
Figura 8 - Paciente com guia de silicone em posição.....	72
Figura 9 - Box odontológico.....	73
Figura 10 - Seleção da cor da paciente pelo aluno.....	74
Figura 11 - Anotações dos resultados das seleções em uma tabela individual.....	74
Figura 12 - Seleção da cor do dente com o dispositivo auxiliar.....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de luzes e suas características principais.....	30
Quadro 2 - Classificação dos iluminantes.....	32
Quadro 3 - Fenômenos e características da luz.....	35
Quadro 4 - Dimensões da cor.....	41
Quadro 5 - Materiais, fabricantes e países de origem.....	65
Quadro 6 - Dispositivos, equipamentos, instrumentos, fabricantes e países de origem.....	65
Quadro 7: Calibração do protocolo na seleção da cor.....	71
Quadro 8: equivalência da escala VITA Classical em termos do Valor para a escala VITA linearguide 3D-Master.....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das leituras do espectrofotômetro para as escalas VC e V3D.....	79
Tabela 2 - Resultados das seleções visuais da cor utilizando as escalas VC e V3D, com iluminação ambiente.....	104
Tabela 3 - Resultados das seleções visuais da cor utilizando as escalas VC e V3D, com iluminação padrão D65.....	105
Tabela 4 - Percentual de acertos de acordo com o tipo de escala e tipo de iluminação.....	80
Tabela 5 - <i>Testes de proporções</i> entre os grupos.....	81
Tabela 6 - Escores para a escala VITA Classical.....	82
Tabela 7 - Escores para a escala VITA Linearguide 3D-Master.....	83
Tabela 8 - Escores de acerto para os dois grupos, com e sem iluminação padronizada D65.....	106
TABELA 9: Escores de acerto para os dois grupos, com e sem iluminação padronizada D65, para as escalas VITA Classical organizada em termos do valor e VITA Linearguide 3D-Master.....	107
Tabela 10 - Resultados do Teste <i>Mann-Whitney</i> para comparação dos escores obtidos nas duas escalas, entre diferentes tipos de iluminação.....	84

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

VC - Escala VITA Classical.

V3D - Escala VITA Linearguide 3D-Master.

Mm = milímetro

Nm = nanômetro

D65 = iluminante padrão de temperatura de cor de 6500K.

K= Kelvin

SED= Distribuição de energia espectral.

CIE= Comissão internacional de iluminação

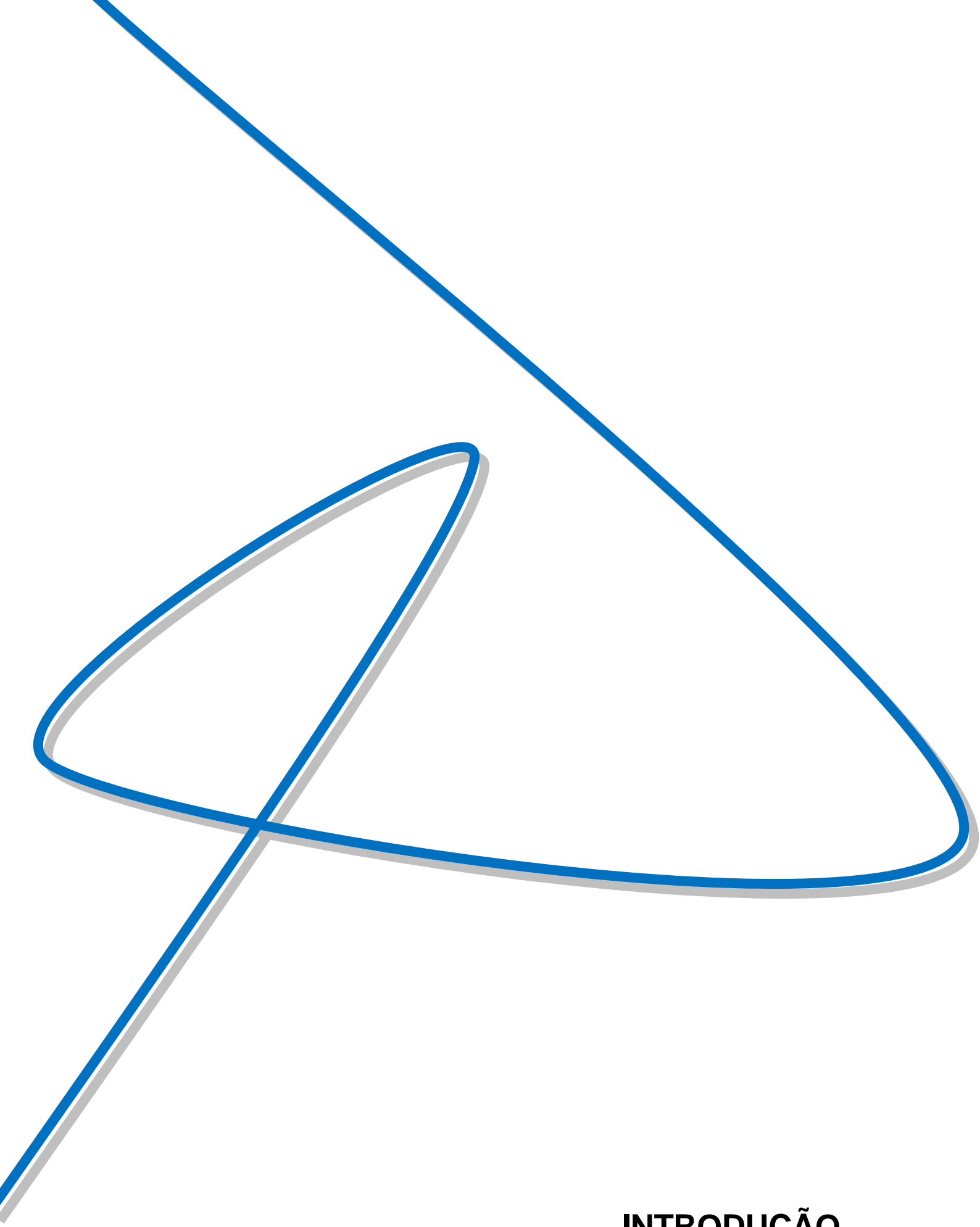
# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>24</b>
2.1 COR.....	24
<b>2.2 A Natureza da luz.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1 Biofísica da luz.....</b>	<b>27</b>
2.3. FONTES DE ILUMINAÇÃO.....	28
<b>2.3.1 Conceitos.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 Tipos de Luz.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.3 Metamerismo.....</b>	<b>33</b>
2.4 OBJETO.....	34
<b>2.4.1 Como os materiais modificam a luz.....</b>	<b>34</b>
2.5 OBSERVADOR.....	36
<b>2.5.1 Fisiologia da visão.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.1.1 O Sistema visual humano.....</b>	<b>36</b>
2.6 PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS.....	39
<b>2.6.1 Sistema de cor de Munsell.....</b>	<b>39</b>
<b>2.6.2 Dimensões da cor.....</b>	<b>41</b>
<b>2.6.4 Espaço da cor CIE L* a* b*.....</b>	<b>43</b>
2.7 LUZ E COR NOS DENTES NATURAIS.....	44
2.8 MÉTODOS DE SELEÇÃO DA COR.....	44
<b>2.8.1 Seleção visual da cor.....</b>	<b>45</b>
<b>2.8.2 Tipos de escala da cor.....</b>	<b>46</b>
<b>2.8.3 Sequência da seleção visual da cor.....</b>	<b>46</b>
<b>2.8.4 Seleção instrumental da cor.....</b>	<b>48</b>



2.8.4.1 Colorímetros.....	48
2.8.4.2 Espectrofotômetros.....	49
2.8.4.3 Câmeras digitais .....	51
2.9 IMPORTÂNCIA CLÍNICA .....	52
2.9.1 Correlação entre análises visuais e instrumentais.....	52
2.10 Influência da iluminação na seleção visual.....	57
3. PROPOSIÇÃO.....	63
3.1 Objetivo Geral.....	63
3.2 Objetivos Específicos.....	63
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
4.1.1 Materiais utilizados.....	65
4.1.2 Dispositivos, equipamentos e instrumentos utilizados.....	65
4.1.2.1 Dispositivo auxiliar experimental.....	65
4.2 MÉTODOS.....	67
4.2.1 Procedimentos éticos.....	67
4.2.2 Estudo piloto.....	68
4.2.3 Teste experimental.....	69
4.2.3.1 PRIMEIRA ETAPA.....	69
4.2.3.2 Calibração do protocolo na seleção da cor.....	69
4.2.3.2 SEGUNDA ETAPA.....	71
4.2.3.3 Avaliação instrumental da cor.....	75
4.4 SÍNTESES DO EXPERIMENTO.....	77
5. RESULTADOS.....	79
5.1 Mensuração espectrofotométrica.....	79
5.2 Análises das seleções visuais.....	79
5.2.1 Grupo 1.....	80

<b>5.2.2 Grupo 2.....</b>	<b>80</b>
<b>5.3 Percentual de acertos.....</b>	<b>80</b>
<b>5.4 Análise estatística.....</b>	<b>81</b>
5.5.1 Escores.....	81
5.5.2 Teste <i>Man-Whitney</i> .....	84
5.5.2 Resultados teste <i>Man-Whitney</i> .....	84
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>95</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>
<b>9. APÊNDICES.....</b>	<b>104</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>109</b>



## INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso na escolha da cor de uma restauração ou prótese dentária é um aspecto essencial na Odontologia estética. Geralmente, a cor desejada ou a combinação das cores para restaurações intra-orais, é transmitida aos técnicos de prótese dentária utilizando-se escalas da cor. Embora as diretrizes para a seleção ideal das cores sejam conhecidas há muito tempo, a utilização de escalas de cor continua a ser um obstáculo na realização de resultados estéticos aceitáveis (GEARY, 1999).

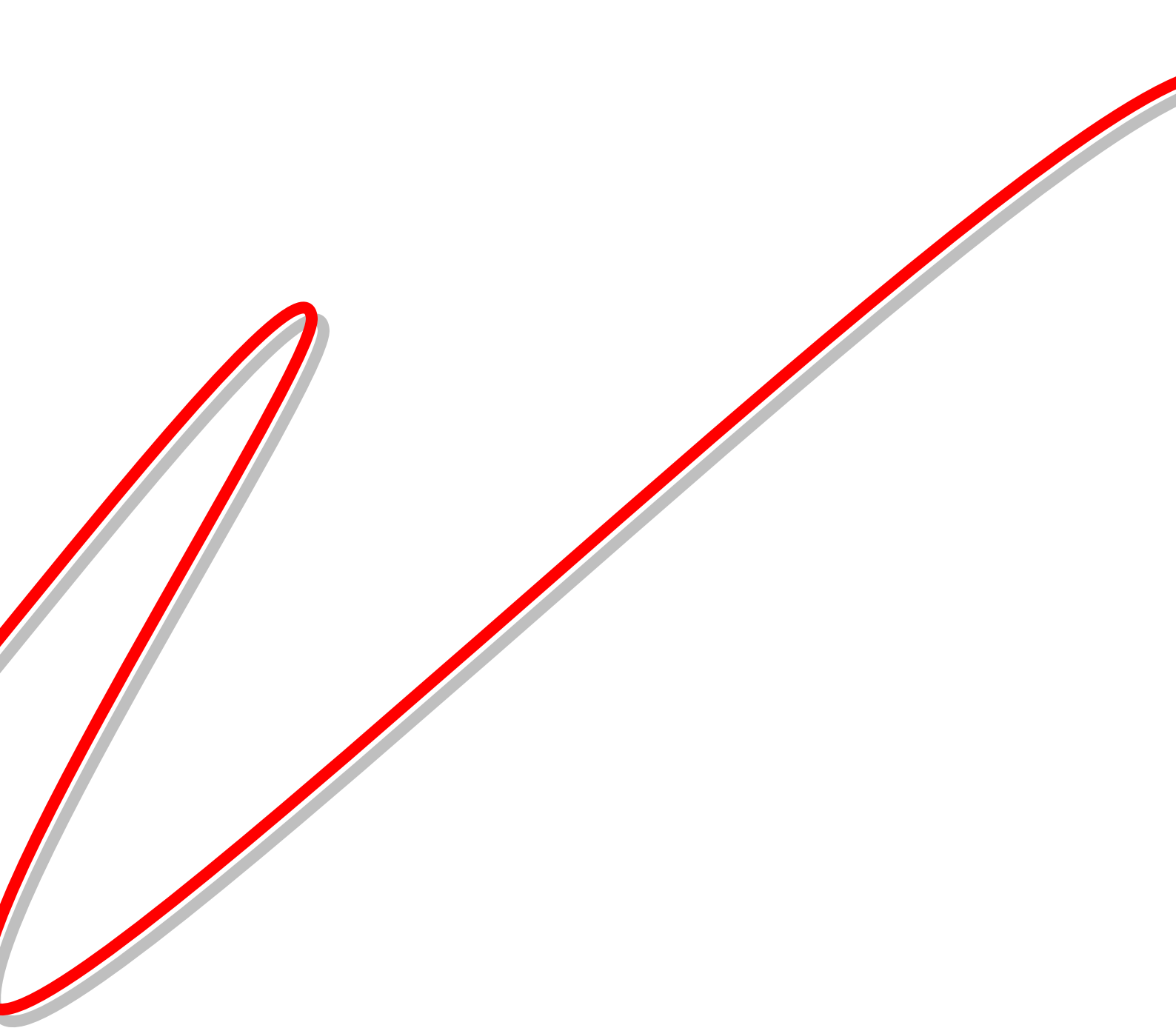
Diariamente somos expostos a uma infinidade de cores. As cores modificam nossas emoções, modulam nosso comportamento e interferem em nossas decisões. Nesse universo, os olhos são os instrumentos de percepção, exploração e descobrimento. Curiosamente, a maioria dos indivíduos desconhece os fenômenos envolvidos na formação das cores, ou como esses fenômenos são capazes de alterar a forma como elas são percebidas. Felizmente, isso não é imprescindível para sua visualização e apreciação. Entretanto, em situações em que há necessidade de controle e reprodução cromática, tal desconhecimento é inaceitável (SPROULL, 2001). Não é possível avaliar a cor de um objeto sem compreender o delicado equilíbrio que existe entre cor e luz, nem reproduzir o aspecto cromático de uma superfície sem entender a forma como a luz interage com os corpos, modificando-os e sendo modificadas por eles. Essas importantes e pertinentes constatações influenciam na avaliação crítica e minuciosa das cores dentais (MELO; KANO; ARAUJO, 2005).

A determinação visual de cor é um processo subjetivo pelo qual o dente e a escala de cores são observadas simultaneamente nas mesmas condições de iluminação. As variáveis gerais, tais como condições de luz externa, experiência, idade e fadiga do olho humano e as variáveis fisiológicas, tais como: daltonismo, podem levar a leituras inconsistentes (WATTS, 2001).

Para medir instrumentalmente a cor dental, são utilizados diferentes métodos, como espectrofotômetros, colorímetros, e análise computacional de imagens fotográficas (SPROULL, 2001). No entanto, as propriedades da cor dos dentes não são uniformes envolvendo uma complexa estratificação da estrutura dentária e alterações sutis das cores que desafiam até mesmo os melhores instrumentos (JOINER, 2004). Além disso, o alto custo e destes instrumentos impedem seu uso rotineiro na prática clínica odontológica (CAL, 2004).

A tarefa de julgar a cor com um iluminante representa um desafio significativo para a análise visual (AMANO, 2004). Dain et al (1998) relataram que a cor observada sob um iluminante nem sempre é a mesma sob outro iluminante. Geralmente, testes de seleção da cor têm sido realizados com iluminação da luz do dia (D65), e tem um espectro que corresponde a uma mistura típica da luz solar direta e dispersa como a luz do dia, com cerca de 6.504K (temperatura da cor) (AMANO, 2004). No entanto, a cor muda constantemente de acordo com a hora do dia, o tempo e as condições climáticas. Por conseguinte, um dia ideal é raramente disponível (CAL, 2004).

De acordo com o exposto objetivou-se avaliar clinicamente a influência da iluminação na seleção visual da cor, utilizando um dispositivo auxiliar que possui uma fonte de iluminação externa padrão D65, com espectro equilibrado, reproduzindo a iluminação do meio dia.



**REVISÃO DA LITERATURA**

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 COR

A cor pode significar várias coisas. Ela pode significar um certo tipo de luz, seu efeito sobre o olho humano ou o resultado deste efeito na mente do observador. A cor é muito mais que algo físico. Ela é o que vemos, sendo o resultado da modificação física da luz do fenômeno observado pelo olho humano (chamado de processo perceptivo) e interpretação pelo cérebro. É uma sequência complexa de eventos (BILLMEYER; SALTZMAN, 1981).

Cor (ou a impressão da cor) é uma sensação provocada por feixes de luz no olho humano. Os feixes de luz são convertidos em sinais nervosos pelos cones e bastonetes (os componentes sensíveis à luz da retina). Estes sinais nervosos são transportados para o cérebro, onde são registrados como cores. Os feixes de luz podem interferir diretamente no olho, ou podem ser refletidos por um objeto. A sequência pode ser descrita como: fonte de luz - objeto iluminado - observador. Se o tipo ou intensidade de luz muda, a percepção da visão da cor muda também (BÄURLE, 1982).

O fenômeno da cor não é uma característica própria de um objeto, é um fenômeno psicobiofísico complexo que depende da reflexão da luz que ocorre a partir dele sensibilizando nossos olhos. A cor pode ser decomposta em vários comprimentos de onda conhecidos como uma onda eletromagnética (SPROULL, 2001 a). (Figura 1)



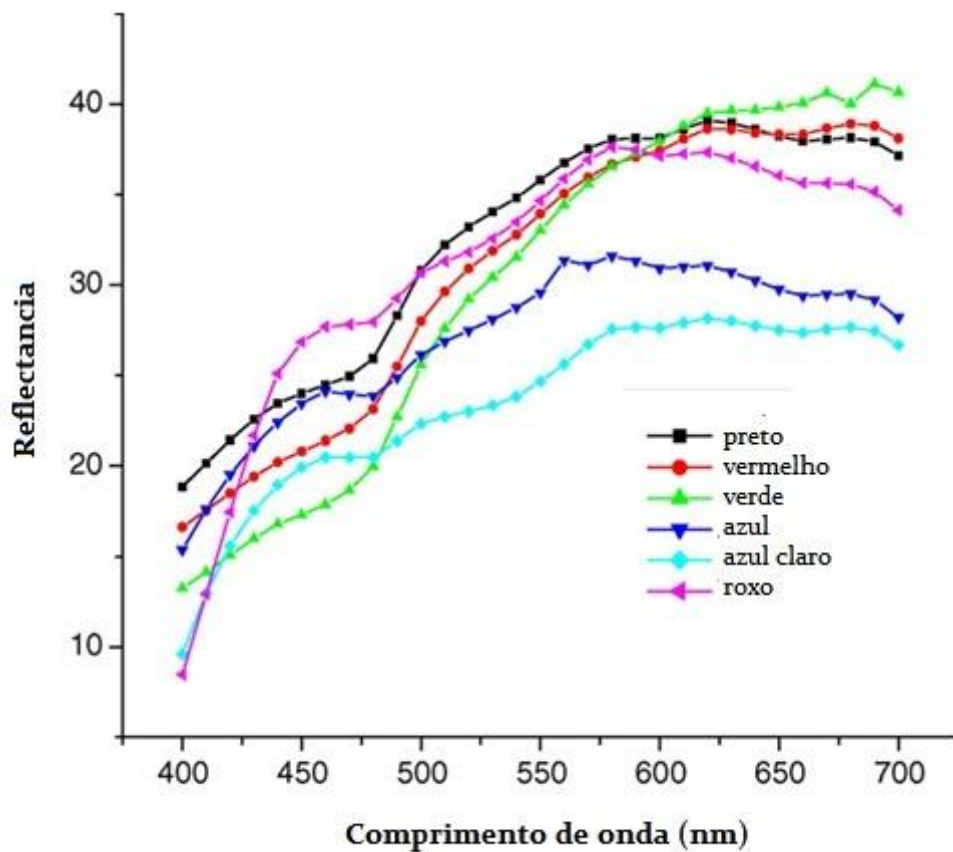


Figura. 1: Espectro eletromagnético

Fonte: Adaptado de Lee, Lim e Kim, 2007.

O fenômeno da cor é uma resposta psicofísica da interação física entre a energia da luz, o objeto e a experiência subjetiva do observador. Portanto, três fatores podem influenciar na percepção da cor: a fonte de luz, o objeto a ser visualizado e o observador. A fonte de luz pode emitir energia radiante de uma gama de comprimentos de onda e isso é caracterizado pela quantidade relativa de energia emitida em cada comprimento de onda do espectro visível, pois, ela ilumina o objeto, aguçando a percepção da cor pelo observador (JOINER, 2004).

A cor não é um atributo estático, inerente aos objetos. Ela é uma realidade física sendo a resposta do cérebro a um estímulo luminoso captado por nossos

olhos. Ela é um atributo dinâmico que existe apenas enquanto a observação está sendo feita e a luz captada. Sem luz, não existe cor. Cada componente da sequência luz - objeto - observador é essencial para ocorrer uma experiência cromática. A partir do momento em que se compreende o papel desempenhado pela luz na percepção cromática, fica evidente que a correta visualização das cores somente é possível na presença de uma iluminação controlada e equilibrada (MELO; KANO; ARAUJO, 2005).

## **2.2 A NATUREZA DA LUZ**

Em 1730, Sir Isaac Newton demonstrou, usando um prisma para dispersar um feixe de luz em um espectro, que a luz branca é composta por todos os comprimentos de onda visíveis. A luz de qualquer fonte pode ser descrita em comprimentos de onda, que resultam em uma curva de distribuição espectral de energia das fontes de luz. Um exemplo típico é a distribuição de potência espectral da luz do meio dia. Os comprimentos de onda da luz são tão curtos que não podem ser registrados pelo olho humano (BILLMEYER; SALTZMAN, 1981).

A luz visível é uma forma de energia constituída por fótons. O fóton é a partícula responsável pelas manifestações quânticas do fenômeno eletromagnético. É a partícula portadora dos raios gama, raios x, luz ultravioleta, luz visível (espectro eletromagnético), luz infravermelha, microondas e as ondas de radio. Ele tem uma massa invariante de zero e viaja no vácuo a uma velocidade constante. A luz pode ser descrita por seu comprimento de onda em nanômetros (nm). Um nanômetro equivale a 1/1.000.000mm. A relativa insensibilidade do olho limita a parte

visível do espectro em uma faixa muito estreita de comprimentos de onda entre aproximadamente 380 e 750nm. A cor que se reconhece como o azul fica abaixo de 480nm, o verde aproximadamente entre 480 e 560nm, o amarelo entre 560 e 590nm; o laranja entre 590 e 630nm e o vermelho nos comprimentos de onda mais longos que 630nm. O roxo, que é produzido pela mistura de vermelho e azul é uma tonalidade comumente não encontrada no espectro (RYERSON, 1991).

Comprimentos de onda inferiores a 400nm estão na faixa de ultravioleta; enquanto que aquelas com mais de 700nm estão na faixa do infravermelho. O olho humano é sensível a intervalos entre o ultravioleta e o infravermelho (SPROULL, 2001 b).

### 2.2.1 BIOFISICA DA LUZ

Dentro dos sistemas que desempenham funções sensórias, a visão apresenta aspectos biofísicos peculiares. O globo ocular e seus acessórios tratam a luz em seus três aspectos fundamentais, que são:

- **Primeira fase, a luz como uma onda:** há um meio refrator que forma a imagem de objetos iluminados ou luminosos.
- **Segunda fase, a luz como um fóton:** uma película fotossensível reversível transforma a energia eletromagnética do pulso luminoso em pulso elétrico.
- **Terceira fase:** impulsos elétricos são levados ao cérebro onde provocam sensações psicofísicas conhecidas como visão. Para efeitos comuns, não relativísticos, a luz se propaga simplesmente em linha reta. No

vácuo, sua velocidade é uma das mais importantes constantes universais, e é a velocidade máxima que a matéria pode atingir a uma velocidade de 300.000 km/s. No ar, água, outros líquidos, e corpos transparentes, a velocidade da luz diminui. A velocidade é tanto menor quanto maior é o “índice de refração” do meio (HENEINE, 1996).

## **2.3 FONTES DE ILUMINAÇÃO**

### **2.3.1 CONCEITOS**

Segundo Billmeyer e Saltzman (1981), a fonte luminosa é uma luz fisicamente realizável, cujo espectro de distribuição de energia pode ser determinado experimentalmente. Quando a determinação é feita e especificada, a fonte se torna uma fonte padrão. Um iluminante é uma luz definida por uma distribuição de potência espectral, que pode ou não estar fisicamente presente, como uma fonte. Se ele está disponível na forma física, torna-se uma fonte padrão.

A luz é geralmente produzida pela incandescência (emissão de luz de um corpo quente). O corpo incandescente mais importante é o sol. No entanto, a luz do sol que se observa na Terra sofre espalhamento e absorção na atmosfera, porque a natureza da luz depende de vários fatores como a latitude da observação, a época do ano, as condições atmosféricas e da hora do dia. Além disso, a luz do dia tem dois componentes: a luz solar e a luz do céu. Estes podem diferir consideravelmente em termos da quantidade de luz em diferentes comprimentos de onda. De fato, a distribuição de energia espectral (SED) da luz do dia, que é uma forma de luz policromática (radiação eletromagnética de vários comprimentos de onda) e varia

entre o azul brilhante da luz norte do céu para o amarelo da luz solar direta. Isto impacta na visualização de objetos coloridos e de combinação de cores em geral. Por exemplo, a luz do céu dá um tom azulado para um objeto, enquanto o mesmo objeto, quando visto sob luz solar direta, terá um tom amarelado (BURKINSHAW, 2004).

### **2.3.2 TIPOS DE LUZ**

A temperatura da cor de uma fonte de luz pode ser definida comparando sua cor no espectro luminoso, com a luz que um corpo negro aquecido emitiria a uma temperatura determinada. Por esta razão, esta temperatura da cor é expressa em graus Kelvin (K), embora não representa uma medição de temperatura, sendo a mesma uma medida relativa. Um corpo negro é um objeto teórico ou ideal que absorve toda a luz e toda a energia radiante que incide sobre ele. Nenhuma radiação incidente é refletida ou passa através de um corpo negro. Apesar do nome, o corpo negro emite luz e é um modelo físico ideal para o estudo da emissão de radiação eletromagnética. A luz emitida por um corpo negro é chamado de radiação de corpo negro (BILLMEYER; SALTZMAN, 1981).

TIPO DE LUZ	CARACTERÍSTICAS
Luz do dia	A luz mais utilizada para seleção de cores é a luz do dia. No entanto, essa luz é bastante variável, dependendo se é direta ou refletida, se o céu está limpo ou nublado. A Comissão Internacional de Iluminação, a CIE, padronizou diferentes tipos de luz do dia (B, C e D65). A luz de tipo D65 é aquela definida como a luz média do dia e têm sido a preferida para uso em seleção de cores.
Luz fluorescente	Possui grande eficiência para emitir mais energia eletromagnética, mais em forma de luz do que calor. O tubo de vidro é coberto com um material à base de fósforo, este, quando excitado com radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases, produz luz visível.
Luz incandescente	O espectro da luz de uma lâmpada incandescente tem intensidade muito maior na onda longa do que na porção inferior da onda curta. A luz de cor vermelho-amarelado é mais agradável ao olho humano.

QUADRO 1: Tipos de luzes e suas características principais.

Fonte: BÄURLE,1982.

Temperaturas de cor variam cerca de 5.500K, no caso de um dia claro (sol com luz do céu), 7.500K para a luz do céu no sentido norte e 6.500K para a luz do meio dia (luz média do céu difuso, sem luz solar direta). As temperaturas da cor da luz no decorrer do dia podem variar de uma temperatura baixa de 2000K de manhã até 10.000K no final da tarde (BURKINSHAW, 2004).

A radiação eletromagnética inclui fontes de luz natural como o sol, assim como, fontes de luz artificial como: lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Como a quantidade de radiação emitida por fontes de luz varia de comprimento em comprimento de onda, nas diferentes fontes, essas variam na cor da luz que as fontes emitem, do branco-azulado ao branco-amarelado (BURKINSHAW, 2004).

O iluminante pode ser uma fonte natural ou artificial de luz, e de acordo com a sua origem, pode mudar a cor percebida de um objeto. Devido à variabilidade inerente da luz natural, se procuramos julgar a cor com precisão e reprodutibilidade, é necessário definir com precisão a fonte de luz e sua distribuição espectral. Isso foi realizado em 1931, pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE: *Commission Internationale d'Eclairage*), que propôs o uso da iluminação padrão. Uma fonte de luz (como uma vela ou o sol) é um emissor de luz física, enquanto que um iluminante é um conjunto de energia relativa sobre uma gama de comprimentos de onda que descrevem as condições de iluminação. Em termos mais simples, uma fonte de luz pode ser ligada ou desligada da fonte de energia, e utilizada para ver um objeto, enquanto um iluminante é uma descrição numérica de uma fonte de luz (BURKINSHAW, 2004).

A Comissão Internacional da Iluminação (CIE) criou uma classificação dos iluminantes de acordo com o seu efeito na percepção da cor com o objetivo, para padronizar as análises visuais e instrumentais da cor. A CIE designou 3 iluminantes padrão: A, B e C. Posteriormente adicionou a série de iluminantes D e E, e não oficialmente a série de iluminantes F (CHU; DEVIGUS; MIELESZKO, 2004).

<b>Iluminante A</b>	É uma fonte de luz de tungstênio com uma temperatura média com cerca de 2.856K, que produz uma luz vermelho-amarelado. É utilizada para simular as condições de visualização da luz incandescente.
<b>Iluminante B</b>	É uma fonte de luz de tungstênio acoplada a um filtro líquido para simular a luz direta do sol com uma temperatura média de cerca de 4.874K.
<b>Iluminante C</b>	É uma fonte de luz de tungstênio acoplada a um filtro líquido para simular a luz indireta com uma temperatura média de 6.774K. É utilizado em muitos testes visuais, porque a luz solar indireta é considerada uma condição comum de visão. No entanto, o iluminante C não é uma simulação perfeita da luz do sol, porque não contém muita luz ultravioleta (obrigatório na avaliação de fluorescência).
<b>Iluminante D</b>	É uma série de iluminantes que representam diferentes condições de luz diurna, medida pela temperatura de cor. Iluminação D50 e D65 (assim chamados, porque sua temperatura média de cor é de 5.000 e 6.500 K, respectivamente). Utilizados comumente como iluminação padrão para testes visuais de artes gráficas e correspondem a refletância da luz azulada do dia. O Iluminante D65 é quase idêntico ao iluminante C, porém inclui o componente ultravioleta para melhorar a avaliação das cores fluorescentes.
<b>Iluminante E</b>	É uma fonte de luz teórica com quantidades iguais de energia em cada comprimento de onda. Este iluminante não existe realmente, porém, é uma ferramenta útil para os estudiosos da cor.
<b>Iluminante F</b>	É uma série de fontes de luz fluorescentes. Não são oficialmente considerados como iluminação padrão. No entanto, uma vez que as condições de visualização utilizando lâmpadas fluorescentes são comuns, a CIE recomenda algumas fontes de luz para avaliar cores destinadas à ambientes fluorescentes.

QUADRO 2: Classificação dos iluminantes

Fonte: CHU; DEVIGUS; MIELESZKO, 2004

Um dos fatores principais durante a seleção da cor dos dentes com escalas de cor é a fonte de iluminação correta durante a análise visual. Artistas têm utilizado a luz do dia (sentido norte) para detectar pequenas diferenças e detalhes de cor. No



entanto, esta prática nem sempre é possível de ser realizada no consultório odontológico. É indiscutível a necessidade da luz neutra do dia na seleção ideal da cor, devendo ocorrer no horário entre as 11:00h as 14:00h. Esta luz é considerada padrão já que possui uma distribuição uniforme de energia espectral. (LEE; LIM; KIM, 2004)

Um mesmo objeto observado sob diferentes fontes de luz parecerá diferente em cada uma das condições de iluminação. Portanto, é importante que as características da luz disponível no momento em que as cores forem selecionadas sejam as adequadas. (MELO; KANO; ARAUJO, 2005)

### **2.3.3 METAMERISMO**

O metamerismo se refere à situação em que duas amostras parecem ser iguais em uma determinada condição de iluminação, mas não sob outro iluminante. As cores sob estas condições são chamadas metâmericas. A causa para o efeito de metamerismo reside no fato de que as substâncias que dão origem à cor nos objetos diferentes serem diferentes. O metamerismo pode ser impedido somente se os mesmos materiais forem utilizados com corantes, com o objetivo de alcançar o mesmo efeito de cor. Isso significa que as cores naturais (por exemplo, aquelas dos dentes, pele humana, legumes e frutas) são copiadas ou reproduzidas com grande dificuldade. Mesmo se o material corante é extraído da própria substância natural, não pode ser usado como a cor requerida. Algum tipo de metamerismo, portanto, surge sempre que as cores naturais são reproduzidas (BÄURLE, 1982).

A aparência de um objeto depende da natureza da luz sob a qual o objeto é visto, porque a distribuição espectral da luz refletida ou transmitida através de um objeto depende da distribuição espectral da luz incidente. Luz do dia (D65), lâmpada incandescente e lâmpada fluorescente são fontes de iluminação utilizadas em laboratório e clínicas odontológicas, e cada uma delas tem uma determinada distribuição espectral. Portanto, a seleção de cores entre os materiais restauradores e os dentes, ou entre diferentes materiais restauradores também podem variar, dependendo da fonte de luz utilizada (FONDRIEST, 2003).

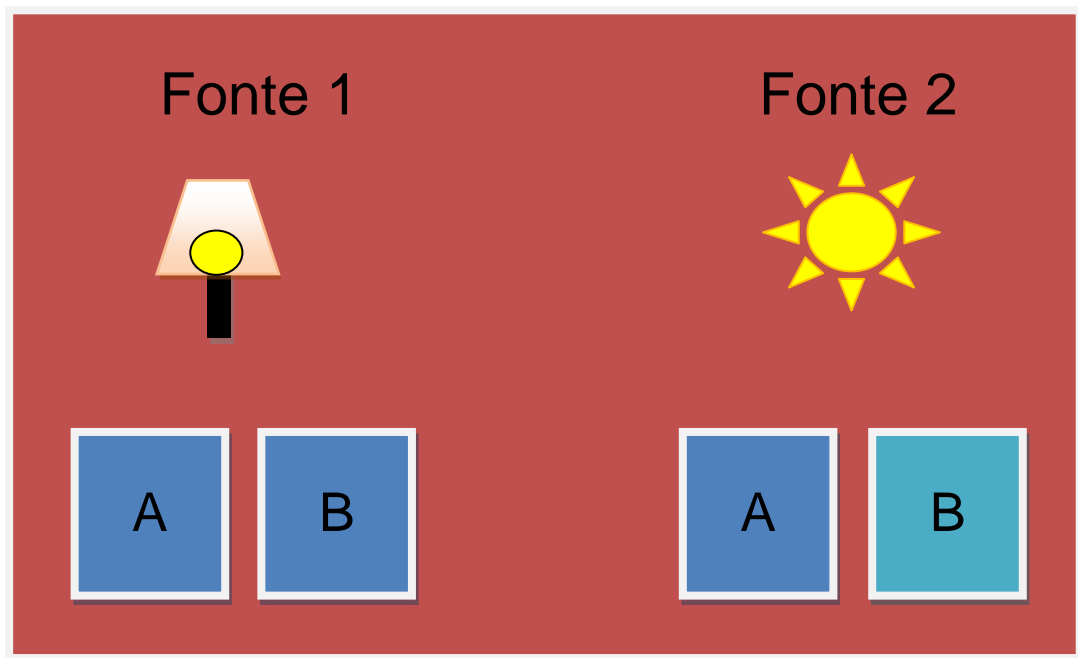


FIG. 2: Metamerismo

Fuente: adaptado de <http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v14n1/v14n1a05.pdf>

## 2.4 OBJETO

### 2.4.1 COMO OS MATERIAIS MODIFICAM A LUZ

Segundo Billmeyer; Saltzman (1981), quando a luz atinge um objeto, um ou mais fenômenos podem acontecer (QUADRO 3):

FENÔMENOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Transmissão</b>	A luz pode passar através de um objeto essencialmente inalterada. Se o objeto é incolor, toda a luz é transmitida com exceção de uma pequena quantidade que é refletida nas faces do objeto. Como resultado, uma pequena fração da luz é refletida e a direção do feixe de luz é alterada
<b>Absorção</b>	Além de ser transmitida, a luz pode ser absorvida ou perdida como luz visível. Se uma grande quantidade de luz é absorvida uma parte dela é convertida em calor. Se o material absorve parte da luz, ela aparece colorida. A lei de Beer-Lambert é uma relação empírica que, na Óptica, relaciona a absorção de luz com as propriedades do material atravessado por esta. A lei afirma que a mesma quantidade de absorção resulta na passagem da luz através de espessuras iguais de material. Esta lei é importante para explicar o efeito da concentração de corante na cor de um material transparente.
<b>Dispersão</b>	A luz pode ser espalhada quando interage com a matéria. Alguma luz é absorvida e reemitida na mesma onda, parte da luz viaja em uma direção, parte em outra, até que finalmente a luz viaja em muitas direções diferentes. Os efeitos da dispersão da luz são comuns e importantes. Quando há bastante dispersão, se diz que a luz é refletida difusamente a partir de um material. Se apenas parte da luz que passa através do material está espalhado e parte é transmitida, o material é dito transparente; se a dispersão é tão intensa que a luz não passa através do material ele é opaco. A cor do material depende da quantidade e do tipo de espalhamento e de absorção presentes. Se não há absorção e existe a mesma quantidade de espalhamento em cada comprimento de onda, o material parece branco. Caso contrário, colorido. Refere-se basicamente à cor do objeto.
<b>Reflexão especular</b>	A reflexão especular da luz em uma superfície lisa resulta no brilho. Quando a superfície se torna mais áspera, o brilho é reduzido, e a reflexão difusa da superfície aumenta. A superfície completamente mate ou sem brilho é um refletor difuso. Reflexão difusa também pode surgir da dispersão sob uma superfície lisa. Neste caso, a reflexão especular e difusa ocorrem ao mesmo tempo. A maioria dos materiais translúcidos e opacos se comportam dessa maneira.

QUADRO 3: Fenômenos e características da luz.

Fonte: BILLMEYER; SALTZAMN, 1981

## 2.5 OBSERVADOR

A observação da cor de um objeto pode ser realizada de forma instrumental ou visual. Na análise visual, a percepção da cor é um processo subjetivo e a interpretação do observador depende da individualidade visual de cada um. Se o observador for um indivíduo treinado para a análise, ele poderá identificar discretas diferenças de cor. Alterações na percepção da cor podem ocorrer em função da idade, tempo de exposição do olho, fadiga ou doenças relacionadas à cor como o daltonismo. (VAN DER BURGH et al., 1990).

### 2.5.1 FISIOLOGIA DA VISÃO

#### 2.5.1.1 O sistema visual humano

A visão é um dos sentidos especiais mais importantes nos humanos. Nós dependemos da visão e da audição para grande parte da comunicação humana. O sistema visual detecta e interpreta estímulos fóticos. Nos vertebrados, estímulos fóticos efetivos são ondas eletromagnéticas entre 400 e 750nm de comprimento; esses comprimentos de onda constituem a luz visível. O olho pode distinguir dois aspectos da luz, seu brilho e seu comprimento de onda (ou cor). A luz entra no olho e encontra os fotorreceptores do epitélio sensorial especializado no fundo do olho, a retina. (BERNE, R.M.; LEVY, 1996)

A retina é a película fotossensível, aonde os fótons que chegam interagem com receptores especiais, gerando um impulso elétrico. A retina possui dois tipos de células fotossensíveis: Os cones, destinados à visão **fotópica**, isto é, de cores e

detalhes; e os bastonetes destinados à visão **escotópica**, isto é, a visão de claro-escuro, associada a pequenas quantidades de luz. (HENEINE, 1996)

O processamento de informação no interior da retina é executado pelos interneurônios retinianos, e os sinais eferentes são conduzidos, ao cérebro, pelos axônios das células ganglionares retinianas. Os axônios estendem-se pelos nervos ópticos; sendo que alguns cruzam para o lado oposto do cérebro, no quiasma óptico. Os axônios das células ganglionares retinianas passam pelos tratos ópticos e fazem sinapses nos núcleos do cérebro. A principal via visual nos humanos é pelo núcleo geniculado dorsolateral do tálamo. Esse núcleo se projeta por meio da radiação óptica, até as áreas receptivas visuais do córtex cerebral. (BERNE, R.M.; LEVY, 1996)

Medidas experimentais cuidadosas mostram que: quando 50 a 60 fótons incidem na córnea, cerca de 80 a 90% são absorvidos, refletidos ou refratados, e apenas cerca de 10 fótons chegam à retina. Se houver uma chance de 50% de choques úteis com os bastonetes, apenas 2 a 5 fótons são capazes de provocar sensação luminosa. Acredita-se que um único fóton de luz verde-azulada seja capaz de provocar um pulso de visão. (HENEINE, 1996)

Existem cerca de 130 milhões de bastonetes e 7 milhões de cones, distribuídos em um arco de aproximadamente 180° no fundo do olho. Os três pigmentos visuais, nos segmentos externos dos cones, possuem opsinas que diferem da opsina encontrada na rodopsina. As opsinas são um grupo de moléculas responsáveis das reações celulares iniciais na percepção da luz. Encontram-se nas

células fotorreceptoras da retina. A rodopsina é uma proteína transmembrana que é encontrada nos discos dos bastonetes. Consiste de uma parte protéica, uma opsina, e uma não protéica que é derivada da vitamina A. Como resultado dessas diferenças, os três tipos de pigmentos dos cones absorvem melhor a luz nas porções do espectro da luz visível do azul, do verde ou do vermelho. (BERNE, R.M.; LEVY, 1996)

De acordo como a *teoria da tricromosia*, as diferenças na absorção são responsáveis pela visão de cores. A base dessa teoria é a de que qualquer cor pode ser produzida pela mistura adequada de três outras cores. Devido ao fato de existirem três tipos de pigmentos dos cones, propôs-se que esses pigmentos permitiriam a análise neural da mistura de cores. Entretanto, também deve existir um sistema neural para análise do brilho da cor, porque a absorção da luz por um pigmento visual depende, em parte, do comprimento de onda e, em parte, da intensidade da luz. Um determinado comprimento de onda da luz, com determinada intensidade, pode ser absorvido por dois ou três dos pigmentos visuais encontrados nos cones. No entanto, a absorção por um dos pigmentos será maior do que pelos outros. Se a intensidade da luz muda, mas não o comprimento de onda, a proporção de absorção permanecerá constante. Comparando a eficiência da absorção de luz, de diversos comprimentos de onda por diferentes tipos de cones, o sistema visual pode distinguir cores diferentes. Pelo menos, dois tipos diferentes de cones são necessários para a visão de cores. Temos cones sensíveis aos vermelhos e laranjas, aos verdes e amarelos e aos azuis e violetas. Aos primeiros se dá o nome de R (*red/vermelho*), aos segundos G (*green/verde*) e aos últimos B (*blue/azul*) (BILLMEYER; SALTZMAN, 1981).

A cor de uma luz é a resposta de um cone a esse estímulo luminoso, já como existem três tipos de cones, o espaço da cor é tridimensional. Os três tipos de cones quando são estimulados produzem uma quantidade de pigmentos resultando em cones: X vermelhos (compridos), Y verdes (médios) e Z azuis (curtos). Cada um desses pigmentos é responsável por um estímulo colorimétrico gerando mensagens que são simultaneamente encaminhadas ao cérebro na forma de tristímulos (X,Y,Z), e de acordo com a concentração de cada pigmento, diferentes cores do objeto (primárias e secundárias) são visualizadas (SNYDER, 2010).

## **2.6 PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS**

Muitas vezes, um grande problema surge ao tentar comunicar as cores. Para minimizar esse problema, escalas de cores foram desenvolvidas. Nas escalas visuais, a cor pode ser descrita de acordo com o espaço de cores *Munsell*, em termos de matiz, valor e croma (JOINER, 2004).

### **2.6.1 SISTEMA DE COR DE *MUNSELL***

O Sistema *Munsell* de Cores é o sistema de escolha para a seleção de cores em Odontologia, devido ao seu reconhecimento mundial, consistência, flexibilidade e simplicidade. A árvore da cor é uma representação da organização tridimensional das cores dentro do sistema *Munsell*. Ela pode ser comparada a uma esfera ou um cilindro, pois é uma figura irregular tridimensional que possui características de ambos. Um eixo incolor ou acromático se estende até o centro do cilindro, com o branco puro na parte superior e preto puro na parte inferior. Uma série de tons de

cinza, progredindo do preto ao branco liga essas cores (matizes) e estas são dispostas em torno deste eixo, dentro de cada matiz, organizando a saturação das cores. Matiz, valor e croma (as dimensões da cor), são características utilizadas na descrição da cor, assim como, altura, comprimento e largura são utilizadas para descrever a forma dos objetos. FIG. 2. (SPROULL, 2001a)

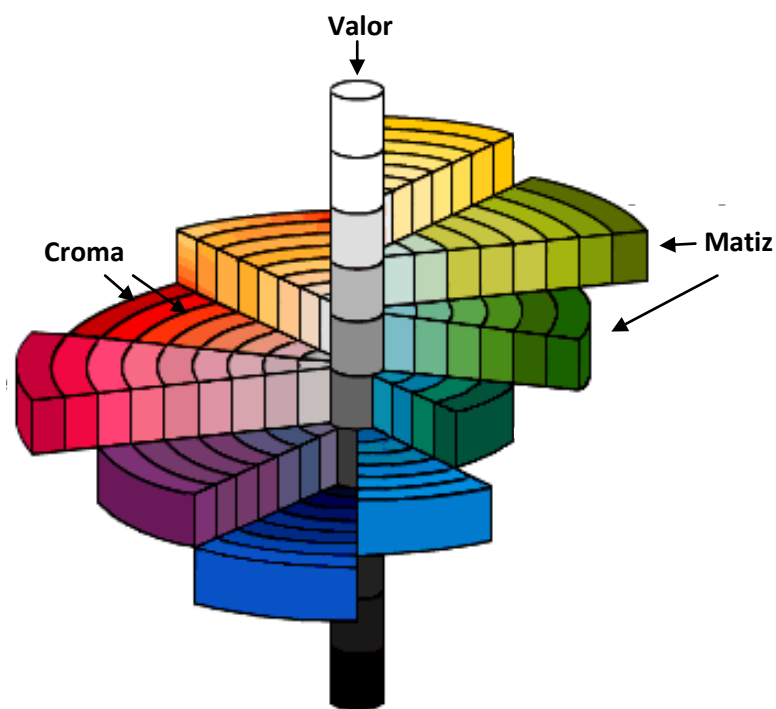


FIGURA 3: Árvore da cor de *Munsell*.

Fonte: Munsell colour system: Munsell color tree. Art. Encyclopædia Britannica Online. Web.



## 2.6.2 DIMENSÕES DA COR

Para *Munsell* (1961), a cor pode ser descrita em três dimensões: (QUADRO 4):

<b>MATIZ</b>	É a primeira dimensão, a mais fácil de compreender, foi descrita com a qualidade pela qual distinguimos uma família de cor da outra (vermelho, amarelo, verde, azul ou violeta). A roda de cores é uma forma familiar desta dimensão e consiste no matiz em que estão dispostos seqüencialmente em torno do eixo central do sistema. Cada matiz é subdividido em dez segmentos, igualmente espaçados por critérios psicológicos.
<b>VALOR</b>	É que a qualidade pela qual distinguimos uma cor clara de uma escura. O valor de uma cor é determinado pelo cinza na escala de valor que corresponde ao grau de claridade / escuridão.
<b>CROMA</b>	É a qualidade pela qual distinguimos uma cor forte de uma fraca, ou seja a intensidade de uma cor. O croma descreve a quantidade de matiz de uma cor.

QUADRO 4: Dimensões da cor.

Fonte: MUNSELL, 1961

O valor é a dimensão mais importante da cor quando se trata de sua escolha e é de fundamental importância na obtenção de um aspecto dental vital em harmonia com a dentição circundante. (EVES, 2000)

Valor e croma são mais difíceis de compreender, e muitas vezes são confundidos entre eles. Portanto, é importante conhecer os conceitos e as características dessas dimensões no momento de selecionar uma cor. Ao preto da escala de valor é atribuído um valor de 0, e ao branco um valor de 10. Um número infinito de graduações de cinza é possível quando se vai do preto ao branco. Números fracionários são usados quando uma avaliação mais precisa é necessária. "Baixo" são os valores que se referem às cores escuras e "Alto" os

valores de cores claras. Percebemos as diferenças de valor quando vemos uma imagem de televisão em preto e branco. A imagem real está cheia de cor, mas apenas a claridade / escuridão (valor) de uma cor é transmitida na tela. O azul, vermelho ou amarelo poderiam ser transmitidos com a mesma quantidade de cinza, se forem do mesmo valor. Cores de elevado valor seriam transmitidas como cinzas claras, e aquelas de baixo valor, como cinza escuro, independentemente do seu matiz ou croma. Pode-se dizer que o valor das cores seriam os diferentes tipos de cinza se eles fossem vistos em uma tela de televisão em preto e branco. (SPROULL, 2001a)

No fenômeno da percepção das cores, o valor é mais facilmente percebido que o matiz, porque, os receptores dos olhos têm mais de 120 milhões de bastonetes para julgar o valor da luz, versus aproximadamente, 7 milhões de receptores em forma de cone para distinguir o matiz. (BOKSMAN, 2007)

### **2.6.3 ESPAÇO DE COR CIEL\* a\* b\***

A Comissão Internacional da Iluminação, definiu em 1931, uma fonte de luz padrão, desenvolveu um observador padrão e permitiu o cálculo de valores de tristímulos, que representam a maneira como o sistema visual humano responde a uma determinada cor. (MCLAREN, 1987)

Em 1976, a CIE definiu o espaço de cores CIE  $L^*a^*b^*$ , que suporta a teoria da percepção de cores baseada em três receptores com cores distintas (vermelho, verde e azul), e é atualmente um dos espaços de cores mais populares. O espaço

da cores CIE  $L^*a^*b^*$ , representa um espaço de cor uniforme, com distâncias iguais correspondentes a uma diferença igual de cor percebida. Neste espaço de cor tridimensional, as três coordenadas são  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A coordenada  $L^*$  é uma medida do brilho de um objeto, e é quantificada em uma escala que vai do preto perfeito ( $L^* = \text{zero}$ ) e o branco absoluto ( $L^* = 100$ ). O valor  $a^*$  é uma medida que vai da cor vermelha ( $a^*$  positivo) até a verde ( $a^*$  negativo). Esta coordenada pode variar de -90 a 70  $\Delta a^*$ . A coordenada  $b^*$  é uma medida que via do amarelo ( $b^*$  positivo) até o azul ( $b^*$  negativo) e varia de -80 a 100  $\Delta b^*$ . A vantagem do sistema CIE  $L^*a^*b^*$  é de que as diferenças de cor podem ser expressas em unidades e estão relacionadas com a percepção visual da cor (O'BRIEN, 1997).

Segundo Petter; Gliese (2000), o espaço que existe entre dois pontos coloridos é calculado como uma diferença de cor ( $\Delta E$ ). A magnitude desta diferença pode ser calculada através da seguinte equação:

$$\Delta E = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

Onde:

$\Delta L^* = L^*1 - L^*2$  (coordenada  $L^*$  do objeto 1 – coordenada  $L^*$  do objeto 2)

$\Delta a^* = a^*1 - a^*2$  (coordenada  $a^*$  do objeto 1 – coordenada  $a^*$  do objeto 2)

$\Delta b^* = b^*1 - b^*2$  (coordenada  $b^*$  do objeto 1 – coordenada  $b^*$  do objeto 2)

## 2.7 LUZ E COR NOS DENTES NATURAIS

A cor dos dentes é criada pelos efeitos combinados de colorações intrínsecas e extrínsecas. (WATTS, 2001)

A cor intrínseca dos dentes é determinada por uma combinação de suas propriedades ópticas. Quando a luz encontra um dente, quatro fenômenos associados com as interações do dente e o feixe luminoso podem ser descritos: (1) transmissão especular da luz através do dente, (2) reflexão especular na superfície, (3) reflexão difusa na superfície e (4) absorção e espalhamento da luz no interior dos tecidos dentais. A cor do dente é o resultado do espalhamento da luz que o ilumina, e seguindo caminhos irregulares através do dente, antes de emergir na superfície e atingir o olho do observador. (JAHANGIRI, 2002)

A cor extrínseca está associada com a absorção de materiais (por exemplo, chá, vinho tinto, clorexidina, sais de ferro) sobre a superfície do esmalte e, em particular no revestimento da película adquirida, que acaba por causar manchas extrínsecas. (JOINER, 2004)

## **2.8 MÉTODOS DE SELEÇÃO DA COR**

Vários métodos são utilizados para avaliar a cor dos dentes. Estes vão desde comparações visuais subjetivas com uso de escalas de cor feitas de papel, porcelana colorida ou resina acrílica, até medições objetivas com instrumentos como espectrofotômetros, colorímetros e técnicas de análise de imagem. (JOINER, 2004)

### 2.8.1 SELEÇÃO VISUAL DA COR

Apesar das limitações do olho humano, este método é muito eficiente em detectar pequenas diferenças de cor entre dois objetos. Em geral, a cor base de um dente é representada no terço médio do dente porque existe uma gama de variações da cor desde a borda incisal até áreas gengivais, e o observador deve treinar para concentrar-se nesta área. Inicialmente o valor deve ser selecionado. (OKUBO, 1998)

A determinação visual de cor, por comparação do dente com o padrão de escalas da cor do dente, é o método mais frequentemente utilizado na Odontologia. É um processo subjetivo pelo qual o dente e a escala de cores são observados simultaneamente nas mesmas condições de iluminação. A capacidade discriminatória da cor dos dentes dos indivíduos pode ser melhorada com treinamento e experiência. (WATTS, 2001)

Embora as escalas da cor geralmente sirvam como padrão de cores para que a cor dos dentes seja fabricada, várias desvantagens foram associadas a elas. Por exemplo, a variedade de tonalidades disponíveis é insuficiente e não cobre o espaço completo das cores naturais dos dentes; elas não são sistemáticas em seu espaço da cor; existe uma falta de comunicação e coerência dentro da área odontológica nas cores, e nenhuma das escalas de cor disponíveis comercialmente é idêntica. Apesar dessas limitações, o uso de escalas de cor é um método rápido e de baixo custo para a medição da cor dental. (PAUL, 2002)

## 2.8.2 TIPOS DE ESCALAS DA COR

De acordo com Touati, et al. (2000), a escala VITA Classical (VITA Zanhzfabric, Alemanha) contém quatro matizes: A (vermelho-amarronzado), B (amarelo-alaranjado), C (cinza-esverdeado) e D (cinza-rosado).

Segundo Sproull (2001b), o problema com a Escala Vitapan Classical é que as amostras ou abas não são distribuídas uniformemente através do espaço tridimensional de cor. Sugeriu que uma vez o dentista tivesse compreendido a importância e as definições relativas ao valor, croma e matiz, seria capaz de solucionar os problemas de seleção visual da cor em um modo passo a passo.

Para Joiner (2004), o sistema VITA System 3D-Master contém escalas da cor que são uniformemente dispostas no espaço das cores dos dentes naturais. Esta escala foi criada baseada no sistema de cores de *Munsell*: valor, matiz e croma, e foi feita para melhorar significativamente a repetibilidade da medição de cor do dente em relação a uma escala das cores tradicionais.

## 2.8.3 SEQUENCIA DA SELEÇÃO VISUAL DA COR

Segundo HO (2007), a sequência na seleção da cor deveria obedecer aos seguintes passos:

- a) A seleção das cores deve ser realizada antes dos procedimentos, porque os dentes podem ficar desidratados e resultar em valores mais elevados;
- b) A seleção da cor deve ser feita no início dos procedimentos quando o dentista não está cansado, como no final do dia;

- c) Pedir aos pacientes para não usar roupas de cores fortes ou qualquer item que possa desviar a atenção dos dentes;
- d) Verificar se os dentes estão limpos e sem manchas, antes de selecionar as cores;
- e) O paciente dever estar em uma posição vertical em um nível semelhante ao do operador e da escala de cor (no comprimento dos braços do operador). Isso garante que a parte mais sensível da cor da retina será usada;
- f) As observações devem ser feitas rapidamente (5 segundos) para evitar a fadiga dos olhos;
- g) Usar a iluminação de luz adequada, que deve ser de natureza difusa (D65);
- h) Escolher a cor base, no terço médio dos dentes utilizando a técnica de valor, croma, e depois, matiz;
- i) Visualizar as escalas de cor com os olhos semi-fechados pode diminuir a capacidade de discriminar cores. Esse procedimento aumenta a capacidade de selecionar o valor. Olhar para as outras partes dos dentes, dividindo-se os dentes em nove seções do cervical para incisal, e mesial para distal;
- j) Examinar a translucidez ou qualquer caracterização presente, por exemplo, hipocalcificação, etc.;
- k) Criar um mapa cromático dividido em diferentes seções, para garantir a correta colocação de diferentes efeitos, caracterizações e tonalidades;
- l) Fotografar os dentes e escalas utilizando diferentes condições de iluminação para minimizar metamerismo, como por exemplo, flash (5.500K) e luz natural (6.500K);
- m) Fotografar dentes na proporção 1:1 para observar os detalhes;
- n) Enviar as imagens digitalizadas e o mapa cromático para a ceramista;

- o) Utilizar cores neutras (cinza, azul escuro) nos móveis do consultório ou área selecionada para realizar a seleção visual da cor dental.

#### **2.8.4 SELEÇÃO INSTRUMENTAL DA COR**

O funcionamento dos instrumentos de medição de cor imita o olho humano na medida em que ambos usam as cores primárias: vermelho, verde e azul. Neste contexto, a mistura de cores aditivas é baseada no princípio de que, quando as luzes das três cores primárias são sobrepostas, a luz branca é produzida. (BURKINSHAW, 2004)

As limitações das escalas de cor na seleção visual da cor, levaram ao desenvolvimento de instrumentos de medição, que são mais confiáveis e reproduzíveis. Esses instrumentos são os colorímetros, espectrofotômetros e câmeras digitais. (SENSABAUGH, 2006)

##### **2.8.4.1 COLORÍMETROS**

Este foi o primeiro tipo de instrumento de medição de cor e, em essência, tentou copiar o processo visual humano, utilizando três (ou às vezes quatro) filtros de luz. Os primeiros aparelhos foram colorímetros de absorção que eram utilizados para comparar a intensidade de duas soluções transparentes de cor. Colorímetros continuam sendo utilizados para a medição dos objetos transparentes (transmissão) e objetos opacos (refletância). (BURKINSHAW, 2004)



Colorímetro tristímulus é um instrumento que mede a cor através de valores tristímulus sob condições fixas, tais como: uma fonte de luz e um visualizador padrão (por exemplo, fonte de luz CIE D65). É utilizado para a avaliação quantitativa das diferenças de cor entre duas amostras. As peças principais são: uma fonte de luz, um sistema integrado esférico e um detector. Ele também contém três ou quatro filtros para determinação da cor segundo as funções da CIE. (SLOBODAN, 2007)

Normalmente são menos precisos que os espectrofotômetros, mas muitas vezes são preferidos devido ao seu baixo custo e fácil utilização. No entanto, sua calibração e repetibilidade são pobres devido à deterioração do filtro e apresentam uma baixa correlação com as funções da CIE, não sendo utilizados para medir o metamerismo. (RISTIC; PARAVINA, 2009)

#### **2.8.4.2 ESPECTROFOTÔMETROS**

O espectrofotômetro é utilizado principalmente para medir a cor superficial. Estes aparelhos são construídos para medir a relação entre a luz refletida de uma amostra e a luz refletida a partir de uma superfície de referência branca, nos intervalos de 5, 10 ou 20 nm. São freqüentemente utilizados para o controle de qualidade de cores e preparação de receitas para a mistura de cores. Podem ser usados para a avaliação de metamerismo, e são estáveis ao longo do tempo, confiáveis e precisos em relação aos padrões absolutos. (SEGHI; JOHNSTON; O'BRIEN, 1986)

Tung et al., (2002) afirmaram que o uso de espectrofotômetros na pesquisa e na clínica odontológica tem sido dificultada pelo fato de que o equipamento é caro e complexo e, mais importante, que é difícil medir a cor dos dentes *in vivo* com esses equipamentos.

Os espectrofotômetros medem a refletância ou transmissão nos objetos e incluem uma fonte de luz, um monocromador e um fotodetector. Várias fontes de luz são utilizadas (ex: lâmpadas halógenas de tungstênio ou tubos de flash xenon), fornecendo a luz necessária para a distribuição espectral de energia. No caso de uma amostra opaca, a refletância da amostra é medida, normalmente, na faixa de 380 a 760nm. (BURKINSHAW, 2004)

Entre os diferentes tipos de espectrofotômetros que existem, o Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Alemanha) é um espectrofotômetro sem fio que determina a cor do dente baseado tanto na escala das cores clássica VITA ou na escala Vitapan 3D-Master. Este é um dispositivo digital do tipo contato, que utiliza uma fonte de luz LED de fibra óptica. A janela de mensuração deste dispositivo é de 5mm de diâmetro e nela não são geradas imagens digitais. No entanto, o software que produz a cópia eletrônica ou impressa das recomendações é incluso. O Easyshade compact é projetado para medir a cor global do dente ou fornecer um mapa cromático da área cervical para incisal. A calibração do aparelho pode ser realizada de duas maneiras. A primeira maneira é com um bloco de cerâmica de cor conhecido, o bloco está posicionado como um interruptor, e é usado quando o aparelho está em modo de calibração. Quando a unidade base está ligada à rede elétrica, o procedimento de calibração é realizado automaticamente. Como segunda

opção, o instrumento também pode ser calibrado quando uma fonte de energia não está disponível para a base da unidade. Para este efeito, o instrumento também pode ser calibrado manualmente. Quatro configurações de medição diferentes são possíveis com esse espectrofotômetro: dente único, áreas dentárias (terços cervical, médio e incisal), verificação de restauração de cor (inclui comparação croma, valor e matiz), e o modo de escala da cor. (LEHMANN, 2010)

#### **2.8.4.3 CÂMERAS DIGITAIS**

O método preferido para realizar a seleção da cor de um dente é utilizando uma câmera digital com um sistema de iluminação adequada e métodos de calibração, muitas vezes referido como imagem digital. A câmera tem a capacidade de capturar toda a superfície do dente. Isso proporciona mais informação sobre a cor do dente e da distribuição das cores em toda a superfície do dente. Imagens digitais vêm sendo amplamente utilizadas para analisar as mudanças na cor dos dentes. O sistema é baseado no espaço de cor CIE  $L^*a^*b^*$ . É importante usar uma máquina fotográfica que não faz correção automática de cor. Uma imagem dos dentes é capturada e enviada para o computador pessoal. O software de análise de imagem dá medidas da cor de cada pixel, para que o sistema avalie a cor total dos dentes. (SENSABAUGH, 2006)

Análise digital de imagens é uma ferramenta de medição utilizada em ensaios clínicos para avaliar a cor dos dentes. O objetivo do sistema é útil em estudos clínicos em que limita a variabilidade e a tendência observada com métodos subjetivos. A qualidade da imagem do arquivo produzido também pode

ser usada para criar imagens de controle do paciente em longo prazo. Além da investigação clínica, as imagens digitais podem ser úteis na prática. Elas podem ser utilizadas para mostrar ao técnico de laboratório a medida da translucidez, a magnitude e a localização das características da superfície, especialmente se o laboratório e o ambiente clínico são iluminados similarmente e os ambientes de visualização de imagens digitais foram calibrados. (TRUSHKOWSKY, 2010)

## **2.9 IMPORTÂNCIA CLÍNICA**

### **2.9.1 CORRELAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES VISUAIS E INSTRUMENTAIS**

O estudo de Johnston e Kao (1989) teve como propósito determinar a relação existente entre os critérios visuais da USPHS (Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos), uma análise de escala visual (EVRSAM) e análises instrumentais para avaliar a seleção visual das cores em materiais dentários. Um colorímetro (Chroma Meter CR-121, Minolta, Japão) com geometria de 45/0°, o sistema de cor da CIE  $L^*a^*b^*$  e os critérios das escalas USPHS e EVRSAM, foram utilizados para avaliar instrumental e visualmente quarenta e duas facetas de resina composta. As avaliações objetivas e subjetivas foram realizadas após 1 semana, 6 e 12 meses. Foram encontradas relações estatisticamente significativas entre os dos sistemas visuais e as diferenças da cor. A média das diferenças da cor CIE  $L^*a^*b^*$  para os critérios da escala da USPHS foi de 3.7 unidades de  $\Delta E^*$ . No entanto, as diferenças da cor nas comparações dos acertos e não acertos indicam a importância de outros fatores na seleção da cor, como a translucidez do dente e os efeitos visuais do contorno.

Okubo et al. (1998) avaliaram e compararam a capacidade de um colorímetro computarizado e um teste visual para fazer coincidir os dentes e uma escala de cor. Foi solicitado a trinta e um ( $n = 31$ ) observadores com visão normal na percepção da cor, corresponder um conjunto de dentes (abas) da escala de cores VitaLumin (VITA Zahnfabrik, Alemanha) com os dentes correspondentes de uma segunda escala de cores Vita Lumin. O mesmo teste foi aplicado a 14 dos observadores, vários meses mais tarde, para determinar a variabilidade intra-sujeito. Um colorímetro computadorizado (Colortron II, Light Source Computer Images, EVA) equipado com um guia de posicionamento foi utilizado para medir o terço médio de cada dente da escala de cor. Através de uma ferramenta de "coincidência" presente no software do computador, leituras de uma escala de cores foram combinadas com as leituras da escala de cores de outros por meio de medidas CIEL\*a\*b\* e valores de  $\Delta E$ . O número médio de correspondências corretas do colorímetro e de combinações corretas no teste visual foram comparadas como a repetibilidade de ambos. O instrumento combinou corretamente 8 das 16 abas (50% de acerto), enquanto a comparação visual média por examinadores foi de 7,7 abas corretas (48% de acerto). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos. O colorímetro demonstrou 100% de repetibilidade e o teste visual demonstrou repetibilidade com coeficiente de correlação de  $r = 0,60$ . Concluíram que a determinação das escalas por meio visual era inconsistente. A precisão do colorímetro com a correspondência dos dentes cerâmicos da escala das cores foi ligeiramente melhor.

Paul e Peter (2002), baseado no fato de que, devido às diferenças inter humanas na percepção da cor, a avaliação da cor do dente humano é carente de

padronização e isso pode ser melhorado através da seleção instrumental com um espectrofotômetro. Testaram a hipótese de que uma avaliação espectrofotométrica da cor do dente é comparável à determinação visual humana. Em 30 pacientes, três operadores com deficiência visual das cores não declarada selecionaram independentemente a melhor correspondência da cor para o terço médio dos incisivos centrais superiores não restaurados, utilizando uma escala de cor Vita Clássica (VITA Zahnfabrik, Alemanha). Os mesmos dentes foram medidos por meio de um espectrofotômetro de refletância (MHT, Suíça). No grupo da seleção visual, todas as três seleções de cor coincidiram em apenas 26,6%. No grupo de espectrofotometria, todas as 3 seleções de cor coincidiram em 83,3%. Em 93,3%, os valores de  $\Delta E$  de cores dos dentes que foram avaliados visualmente foram superiores aos valores avaliados com o espectrofotômetro ( $p < 0,0001$ ). Os resultados sugeriram que a análise espectrofotométrica da cor dental é mais precisa, e mais reprodutível quando comparada com a avaliação visual humana.

Da Silva (2008) teve como propósito avaliar a efetividade de um sistema de seleção da cor com espectrofotômetro na reprodução da cor dental e compará-lo com o uso de escalas da cor convencionais e avaliação perceptual. Trinta e seis sujeitos (18 mulheres) com a necessidade de receber uma coroa cerâmica no incisivo central superior participaram neste estudo. Duas coroas metalocerâmicas foram confeccionadas para cada sujeito. Uma foi fabricada usando três tipos de escala de cor (Vitapan classical, Vitapan 3D-Master e Chromascop) (coroa convencional) e a outra utilizando um sistema espectrofotométrico. Quatro especialistas em próteses com uma média de 12.5 anos de experiência e livres de deficiências visuais à cor participaram da seleção de cor; utilizando uma fonte de luz de D65. Os valores  $\Delta E$  entre o dente natural contralateral e as duas coroas foram

calculados nos terços cervical, médio e incisal. Três examinadores calibrados avaliaram a seleção da cor com uma escala de 1 a 10 (10= seleção perfeita; 1= seleção incorreta;  $\geq 8$  aceitável;  $\leq 7$ ,rejeitado).Os valores de  $\Delta E$  foram comparados utilizando o teste T de Student ( $\alpha= 0.05$ ). Concluíram que as coroas fabricadas usando um espectrofotômetro tiveram a melhor seleção da cor e um baixo grau de rejeição.

O estudo de Nagai et. al (2009) teve como finalidade estabelecer um padrão para a diferença de cor ( $\Delta E$ ), em que as coroas totais de cerâmica não possam ser distinguidas dos dentes naturais. Coroas de cerâmica com infraestrutura de zircônia (LAVA, 3M Espe, EUA) e de porcelana (Cerabien CZR, Noritake, Japão), foram fabricadas e avaliadas por observadores com experiência em cor, comparando com incisivos centrais superiores contralaterais. Onze coroas totais de cerâmica foram avaliadas como “excelente / perfeito”. Estas coroas foram medidas utilizando um espectrofotômetro e comparadas com os seus homólogos naturais. Dentes naturais superiores não restaurados foram comparados aos dentes restaurados contralaterais em 22 pacientes. Seis áreas foram mensuradas em ambos os grupos, para determinar as diferenças de cor ( $\Delta E^*$ ). A média de valor  $\Delta E^*$  entre as restaurações e dentes naturais foi de 1,6. A média das diferenças da cor ( $\Delta E^*$ ) entre dentes naturais contralaterais foi de 0,9. As áreas incisais dos dentes naturais apresentaram as maiores diferenças na cor do que em outras áreas comparadas.

Paravina (2009) avaliou a influência das diferentes escalas da cor e seus respectivos métodos de seleção visual da cor sobre resultados de acerto na

seleção e análise da satisfação do usuário com os produtos e métodos. Oitenta e oito estudantes de doutorado em Odontologia realizaram o estudo. A cor de quatro abas de escalas de cor foram utilizadas para ser acertadas com as escalas da cor Toothguide 3D-Master (VITA Zahnfabrik, Alemanha), Vitapan Classical (VITA Zahnfabrik, Alemanha) e o protótipo de Linearguide 3D-Master (VITA Zahnfabrik, Alemanha). A seleção da cor foi realizada utilizando uma fonte de luz padrão com temperatura de 5.900K e 0 / 458 graus de geometria óptica. Um espectrofotômetro intra-oral foi utilizado para a medição de cor das abas das escalas de cor a ser comparadas. Os resultados das primeiras 10 seleções da cor foram expressos segundo a classificação (a melhor seleção: 10; a pior seleção: 1 ponto). Os participantes também realizaram uma avaliação subjetiva das três escalas de cor. Utilizou-se o teste de *Wilcoxon* para a análise estatística dos dados ( $\alpha = 0,05$ ). Os melhores resultados de acerto nas escalas foram obtidos utilizando Linearguide 3D Master, seguido de Toothguide 3D-Master e Vitapan Classical. As diferenças nos valores de  $\Delta E$  para os 10 primeiros acertos entre Toothguide 3D Master / Linearguide 3D-Master ( $\Delta E = 4,5 \text{ } 1,8$ ) e Vitapan Classical ( $\Delta E = 6,2 \text{ } 2,2$ ) foram estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ). A avaliação subjetiva mostrou vantagem significativa da Linearguide 3D Master em relação a Toothguide 3D Master e Vitapan Classical. Concluíram que Linearguide 3D Master possibilitou melhor acerto na escolha da cor em comparação com os resultados correspondentes a Toothguide Master 3D ( $p < 0,05$ ). Ambas escalas da cor 3D Master apresentaram valores significativamente menores do  $\Delta E^*$  para as 10 primeiras seleções em comparação com Vitapan Classical ( $p < 0,001$ ). Linearguide 3D Master foi superior na avaliação subjetiva em relação ao Toothguide 3D Master e Vitapan Classical ( $p < 0,001$ ).



## 2.10 INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA SELEÇÃO VISUAL

Culpepper (1970) avaliou a capacidade de 37 profissionais em Odontologia (com média 13 anos de experiência), na seleção das cores de 6 dentes naturais por meio de quatro escalas de cores: Bioform (The Dentist's Supply Company, EUA), Bioblend (The Dentist's Supply Company, EUA), New-Hue (The Dentist's Supply Company, EUA) e Imperial Guides (H.D. Justi Company, EUA), com quatro diferentes fontes de iluminação: luz natural indireta, lâmpada fluorescente 20 watts, lâmpada experimental Comparator (JF Jelenko & Company, EUA) e uma lâmpada portátil para escolha de cor (MacBeth Corporation, EUA). Cada profissional selecionou um total de 96 cores durante a investigação. Posteriormente, um estudo com 12 profissionais de Odontologia do grupo inicial foi realizado para determinar a sua capacidade de repetir a escolha da cor observada nos dentes. Trezentos e oitenta e quatro seleções de cor foram feitas durante esta fase do estudo. Os autores puderam concluir que a escala New-Hue produziu a maior pontuação, independentemente da fonte. O efeito da fonte de luz na seleção de cores dos dentes naturais, não foi clinicamente significativa. Os resultados da segunda fase mostram que uma média de 58% de acertos ocorreu quando os observadores fizeram a comparação dos dentes naturais com a escala de cores, no entanto, quando a variável foi associada à fonte de luz, nenhum acerto foi encontrado. Esses dados mostram que os profissionais em Odontologia têm sido incapazes de selecionar as cores dos dentes naturais de forma consistente em diferentes fontes de luz, confirmando a subjetividade da percepção visual em função de suas variáveis e fatores.

Curd et al. (2006) avaliou a capacidade dos estudantes de Odontologia para selecionar a cor com iluminação natural usando um dispositivo de correção de luz padrão D65, especificamente para determinar se existem diferenças com base no: (1) ano na escola (2), sexo do aluno, e (3) fonte de luz. Um questionário com 14 itens correspondentes à escala da cor (SMQ) foi utilizado no teste. Informações demográficas incluíram: ano na escola, idade, sexo e experiência anterior. Foi realizado o teste de *Ishihara* para detectar daltonismo. O SMQ foi administrado em diferentes ocasiões durante a primavera e o verão, sob luz natural (SMQ-NL) e com o dispositivo de luz padrão D65 (SMQ-CL). Para cada um dos 14 itens, os alunos ( $n = 216$ ) selecionaram a cor a partir de 5 abas pré-selecionadas. A análise estatística compreendeu ANOVA e teste t independente ( $\alpha = 0.05$ ). Um total de 165 alunos do sexo masculino e 51 alunas participaram, com uma idade média de 26 anos. Dez alunos com deficiência na percepção da cor foram excluídos. Não houveram diferenças significativas na SMQ-NL e CL-SMQ entre os primeiros alunos do quarto ano (ANOVA), nem entre homens e mulheres. Os escores SMQ foram significativamente maiores com o dispositivo de luz padrão D65 do que com a luz natural:  $11.4 \pm 1.9$  e  $10.4 \pm 2.0$ , respectivamente. Concluíram que as capacidades dos alunos de Odontologia na escolha da cor foi melhor com uma fonte de luz padrão D65 do que sob luz natural.

Jasinevicius (2009) teve como objetivo avaliar as habilidades dos técnicos de laboratório dental em acertar a cor usando um dispositivo de luz corretiva. As variáveis estudadas foram: anos de experiência, sexo e fonte de luz. Um questionário sobre escolha e acerto da cor (SMQ) foi testado. As informações incluíam idade, sexo, número de anos de experiência e a avaliação da deficiência

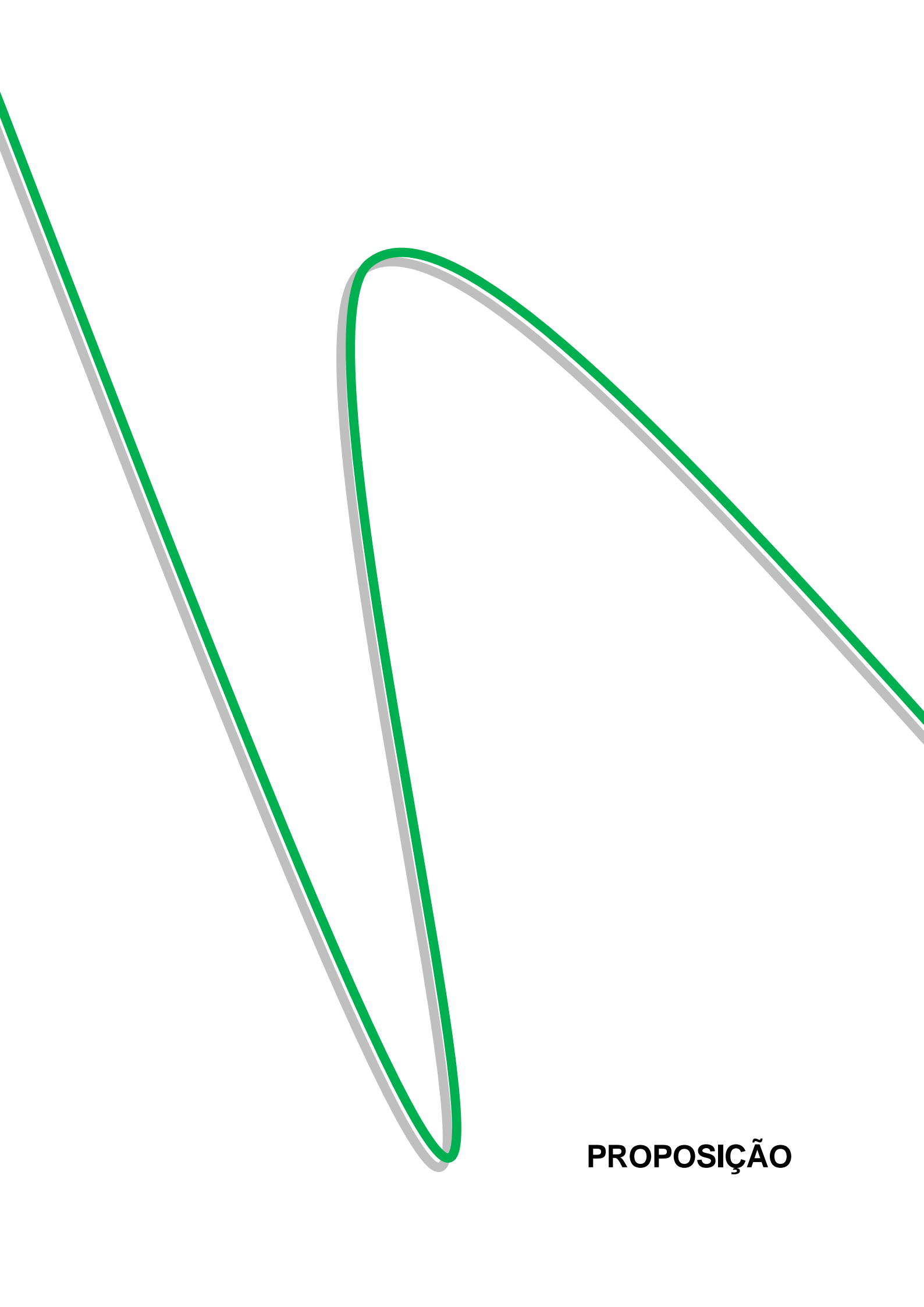
na percepção da cor de Ishihara. Quarenta e dois técnicos de prótese dentária do nordeste de Ohio (EUA) foram convidados a participar. O SMQ foi administrado duas vezes: nas condições de iluminação nos laboratórios individuais (SMQ-Lab) e com uma fonte de luz-corretiva ou padrão (SMQ-LC). Para cada item, os técnicos selecionaram a cor correspondente a escala da cor Vita Clássica (Vident, Brea, CA) de cinco escalas da cor pré-selecionadas. SMQ igualou o número de combinações corretas. Significância foi estabelecida em  $p \leq 0,05$ . Vinte técnicos homens e 20 mulheres participaram. Nenhum deles tinha deficiência na percepção da cor. Os escores SMQ foram significativamente maiores com o dispositivo de luz padrão que sob a iluminação do laboratório:  $12,0 \pm 1,9$  e  $10,0 \pm 2,0$ , respectivamente para as variáveis sexo e anos de experiência ( $p < 0,001$ ). Não foram encontradas correlações significativas entre os anos de experiência e resultados do SMQ, nem houve diferenças entre os escores por sexo. Concluiu-se que as habilidades dos técnicos de prótese dentária na seleção da cor foram melhores com um dispositivo de luz corretiva ou padrão que nas condições de iluminação convencionais de laboratório. Sexo e a experiência não foram variáveis importantes na seleção da cor.

Corcodel (2009) investigou o acerto na escolha de cores sob luz natural e lâmpada luz padrão do dia (D65). Vinte e nove alunos de graduação foram convidados a participar de um curso sobre cor e seleção da cor e em seguida selecionaram aleatoriamente abas da escala da cor de Vita 3D-Master (Vita Zahnfabrik, Alemanha) determinando o valor, matiz e croma de cada uma delas, em ambas as condições de luz natural e luz artificial D65. Diferença de cor ( $\Delta E$ ) entre as escalas apresentadas e selecionadas foi calculada.  $\Delta E$  média foi de 2,5 (1,0-4,3) com lâmpada de luz natural e 3,4 (0,9-7,4) com luz natural. A diferença foi

estatisticamente significativa ( $p < .001$ ). O uso de uma lâmpada de luz D65 ajudou na padronização das condições de luz e melhorou significativamente a capacidade de acertar na escolha das cores.

Gokce et al (2010) avaliaram o desempenho na seleção da cor da visão normal e deficiente de profissionais da Odontologia com luz padrão e iluminação de tungstênio. Dois grupos de réplicas de discos de porcelana, de 16 abas da escala de cor de VITA Lumin (Vita Zahnfabrik, Alemanha) foram criados com valores exatos de  $L^*a^*b^*$  usando um colorímetro. Estes discos duplos de porcelana (13 mm x 2,4 mm) foram misturados e colocados sob condições de iluminação para padronizar os testes de observação. Profissionais da área odontológica com visão normal e com visão deficiente na percepção das cores foram convidados para selecionar 32 discos de porcelana com iluminação de luz padrão artificial D65 (temperatura de cor elevada) e lâmpada de filamento de tungstênio (T) (temperatura de cor baixa). Em relação à soma das pontuações corretas nos acertos da cor de todas as observações com os dois iluminantes, a diferença entre a visão normal e de visão deficiente as cores vermelho-verde entre o grupo de profissionais não foi estatisticamente significativa ( $F = 4,132, p = .054$ ). No entanto, os escores de cor com exata correspondência de cada grupo foram significativamente diferentes para cada iluminante ( $p < .005$ ). Os resultados de exata correspondência da cor de profissionais com visão normal foram significativamente maiores com iluminante D65 ( $t = 7,004, p < 0,001$ ). Escores da correspondência de cores dos profissionais com visão deficiente ao vermelho-verde (pares de aproximadamente 5,7 vezes mais do que com a D65) foram significativamente maiores com iluminante T ( $t = 5,977, P < 0,001$ ). O desempenho dos profissionais de Odontologia na seleção da cor foi

afetada pela deficiência na percepção das cores e temperatura da cor do iluminante. O grupo com deficiência na percepção das cores foi deficiente com o iluminante. Em contrapartida, houve um aumento significativo no desempenho do grupo com deficiência na percepção da cor com o iluminante T. A menor temperatura de cor do iluminante diminuiu dramaticamente o acerto na escolha da cor dos grupos de visão normal da cor.



**PROPOSIÇÃO**

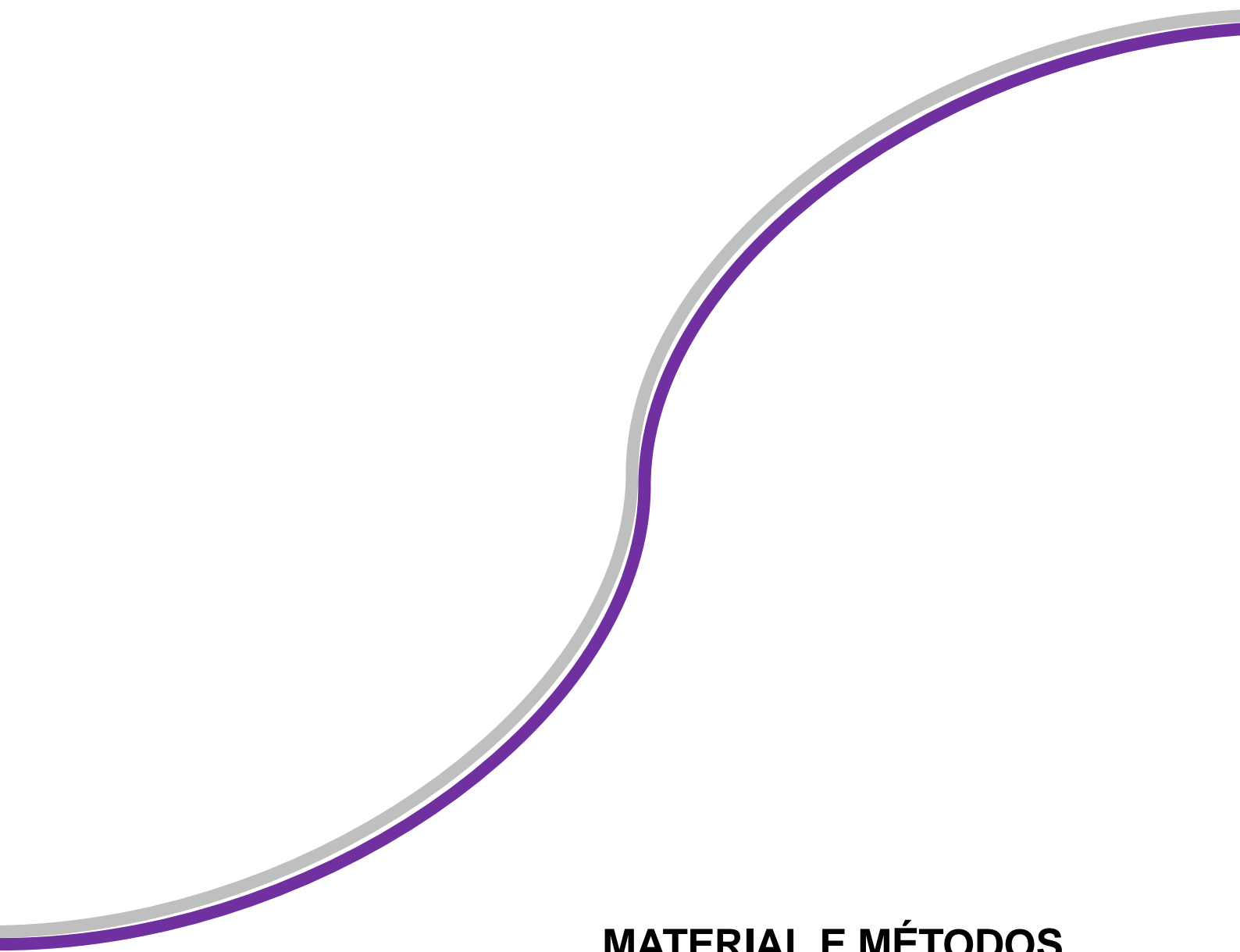
### **3 PROPOSIÇÃO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar clinicamente a influência da iluminação na seleção visual da cor, utilizando um dispositivo auxiliar que possui uma fonte de iluminação padrão D65.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar / verificar se a presença da iluminação artificial interfere na seleção visual de cor.
- Avaliar/ verificar se o tipo de escala de cor é influenciada pela presença do iluminante na seleção visual da cor.



## **MATERIAL E MÉTODOS**



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais, fabricantes e países de origem estão apresentados no QUADRO 5:

Materiais	Fabricantes	Países
Silicone de condensação	Zetalabor, Zhermack	Itália

Quadro 5: Materiais, fabricantes e países de origem.

### 4.2 DISPOSITIVOS, EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Os dispositivos, equipamentos, instrumentos, fabricantes e países de origem estão apresentados no QUADRO 6:

Dispositivos, instrumentos e equipamentos	Fabricantes	Países
Espectrofotômetro Vita Easyshade Compact	VITA Zahnfabrik	Alemanha
Escala de cor VITA Linearguide 3D-MASTER	VITA Zahnfabrik	Alemanha
Escala de cor VITA Classical	VITA Zahnfabrik	Alemanha

Quadro 6: Dispositivos, equipamentos, instrumentos, fabricantes e países de origem.

#### 4.2.1 DISPOSITIVO AUXILIAR EXPERIMENTAL:

Dispositivo auxiliar experimental de visão (Figura 3) utilizado no processo da seleção visual da cor dental na clínica odontológica que contém uma fonte de iluminação D65 (temperatura da cor de 6.500K) fixada a uma estrutura binocular (óculos). A emissão da luz com espectros equilibrados na linha da visão humana atingem a superfície dental e são refletidos com espectros mais fiéis ao da cor. Uma

fonte de energia externa deve ser ligada para acionar o aparelho. Assim são criadas condições ambientais desejadas, favorecendo a seleção visual da cor em diferentes períodos do dia. (CHU; DEVIGUS; MIELESZKO, 2004)



FIGURA 4: Dispositivo experimental.



FIGURA 5: Fonte de energia externa.

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação por parte do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da UFSC, aprovado na data 28/03/2011(Sob o número 1849) (ANEXO A).

Uma aluna de mestrado em Odontologia na área de concentração em Prótese Dentária do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina foi convidada a participar como paciente da pesquisa nos testes experimentais. Ela assinou um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual aceitou participar como voluntária dessa pesquisa. (ANEXO B e C) Sessenta alunos do curso de Graduação em Odontologia (30 alunos da 7ª fase, e 30 alunos da 8ª fase) da Universidade Federal de Santa Catarina, com uma idade média de 23 anos, foram convidados a participar nesse estudo. A pesquisa foi explicada para eles e, concordando sua participação voluntária nessa pesquisa, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (FIG. 5).



FIGURA 6: Assinatura do termo de consentimento

#### 4.2.2 ESTUDO PILOTO

Dentre os alunos de mestrado na área de concentração em Prótese Dentária do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, foi convidada a participar do estudo piloto, uma aluna, que possuía um incisivo central superior direito livre de restaurações e manchas. O dente foi isolado dos outros dentes utilizando uma guia de silicone de condensação (Zetalabor, Zhermack. Itália), criando uma janela visual, onde somente o incisivo central superior direito foi exposto na cavidade oral. O guia ficaria fixo durante o processo da realização dos testes visuais, porém, seria retirado entre análises visuais para não deixar que o dente desidratar.

A aluna ficou sentada na cadeira odontológica posicionada em um ângulo de 90 graus e o operador em pé, frente a ela, no momento das seleções visuais. Os testes foram realizados em um box afastado da janela, na clínica da Pós-Graduação, no prédio das Clínicas Odontológicas. O horário de realização dos testes foi entre 8 e 11 horas.

Previamente aos testes experimentais, foi selecionada a cor do incisivo central superior direito utilizando um espectrofotômetro (VITA EasyShade Compact, VITA Zahnfabrik, Alemanha), obtendo uma medida padrão que foi utilizada como referência para os resultados visuais.

De posse de duas escalas de cor VITA Linearguide 3D-MASTER e VITA Classic (Vita Zahnfabrik, Alemanha), foram convidados a participar dois grupos (G1 e G2) de estudantes de Mestrado em Odontologia na área de concentração

Dentística do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina (cada grupo com 3 alunos), com conhecimento sobre seleção de cor em odontologia.

Cada aluno teve 2 minutos para selecionar a cor do dente da participante com cada uma das escalas. O primeiro grupo (G1) selecionou a cor dental com as duas escalas sob luz ambiente da clínica odontológica. O segundo grupo (G2) selecionou a cor do incisivo central superior direito com as duas escalas utilizando um dispositivo auxiliar experimental que contém uma fonte de iluminação padrão D65. Após selecionar a cor, os alunos dos dois grupos anotaram os resultados das seleções em uma tabela individual.

#### **4.2.3 TESTE EXPERIMENTAL**

##### **4.2.3.1 PRIMEIRA ETAPA**

Antes de realizar os testes de seleção visual, cada um dos participantes voluntários nos testes da seleção visual da cor, realizou um teste ocular para detectar alguma deficiência na percepção visual normal das cores, utilizando o teste *Ishihara* para daltonismo (ANEXO D). O exame consiste na exibição de uma série de quadros contendo vários círculos feitos de cores ligeiramente diferentes das cores daqueles situados nas proximidades. Seguindo o mesmo padrão, alguns círculos estão agrupados no meio do quadro de forma a exibir um número que somente será visível pelas pessoas que possuírem visão normal (CURD, 2006) (FIG. 6).

Nenhum dos participantes que realizou o teste de *Ishihara* apresentou algum grau de daltonismo.



FIGURA 7: Participante realizando o teste *Ishihara*.

#### 4.2.3.1.1 CALIBRAÇÃO DO PROTOCOLO NA SELEÇÃO DA COR

Com o objetivo de padronizar a realização do teste de seleção visual da cor, foi explicado verbal e individualmente para cada um dos alunos que selecionaram a cor do incisivo superior direito da paciente, antes de realizar os testes, de forma simples e demonstrativa, os passos para a utilização das escalas da cor Vita Classical e Vita Linearguide 3D-Master (VITA Zahnfabrik, Alemanha).

<b>VITA Classical</b>	<b>VITA Linearguide 3D-MASTER</b>
<b>Colocar a escala completa perto do dente a selecionar a cor.</b>	Abrir a caixa da escala Vita Linearguide 3D-MASTER e pegar no seu interior o guia de valor.
<b>Selecionar o grupo da cor mais próximo da cor do dente (Grupos A,B,C,D).</b>	Levar a guia próxima ao dente a selecionar a cor.
<b>Retirar as abas da escala das cores mais próximas ao dente e colocá-las ao lado do dente para fazer as comparações.</b>	Determinar o grupo de valor do dente a selecionar a cor, sem retirar as abas da escala. Este pode variar entre o grupo 0 e 5.
<b>Com a cor da aba da escala selecionada, confirmar a cor do dente com a segunda opção na seleção.</b>	Pegar a respectiva escala de croma/matiz de acordo com o grupo de valor selecionado na etapa anterior.
<b>Anotar a cor da aba selecionada como definitiva na tabela individual.</b>	Determinar com esta escala os últimos refinamentos para a correta seleção da cor dentária.
	Anotar a cor da aba selecionada como definitiva na tabela individual.

QUADRO 7: calibração do protocolo na seleção da cor.

Fonte: VITA Zahnfabrik, Alemanha.

#### 4.2.3.2 SEGUNDA ETAPA

A paciente apresentava um incisivo central superior direito, livre de restaurações e manchas, o qual foi escolhido como referência para as seleções de cor. No incisivo central superior direito foi realizada uma profilaxia e posteriormente ele foi isolado, utilizando um guia de silicone de condensação (Zetalabor, Zhermack. Itália), criando uma janela visual onde somente o incisivo central superior direito fosse exposto na cavidade oral. Este material possui uma coloração próxima ao cinza neutra, evitando interferências nas leituras das seleções visuais da cor. O guia

ficaria fixo durante o processo da realização dos testes visuais, porém seria retirado entre análises visuais para não deixar que o dente desidratar. (FIG. 7)



FIGURA 8: Paciente com guia de silicone em posição.

A paciente ficou sentada na cadeira odontológica posicionada em um ângulo de 90 graus e o operador em pé, frente a ela, no momento das seleções visuais. Os testes foram realizados em um box afastado da janela, na clínica da Pós-Graduação, no prédio das Clínicas Odontológicas (FIG. 8). O horário de realização dos testes foi entre 8 e 11 horas. A iluminação do ambiente foi a luz artificial da clínica. As condições ambientais nas quais foram realizados os testes foram criadas com o propósito de obter uma condição de iluminação mais próxima de um consultório odontológico.





FIGURA 9: Box odontológico.

O primeiro grupo (Grupo 1) ( $n=30$ ) de alunos da 7ª fase do Curso de Graduação em Odontologia, selecionou a cor dental do incisivo central superior direito da paciente voluntária utilizando o método de seleção visual com as escalas das cores VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-MASTER (V3D) sob iluminação ambiente da clínica dental. Os alunos ficaram em pé de frente à paciente, com a linha de visão o mais paralela possível ao plano oclusal da paciente sentada na cadeira odontológica, a uma distância média do comprimento do braço do aluno (Figura 9). Cada aluno teve 2 minutos para selecionar a cor com cada uma das escalas (VITA Classical e VITA Linerguide 3D Master, VITA Zahnfabrik, Alemanha). O tempo foi controlado com um cronômetro. Após selecionar a cor, o aluno anotou os resultados das seleções em uma tabela individual. (Figura 10) (ANEXO E).



FIGURA 10: Seleção da cor da paciente pelo aluno.

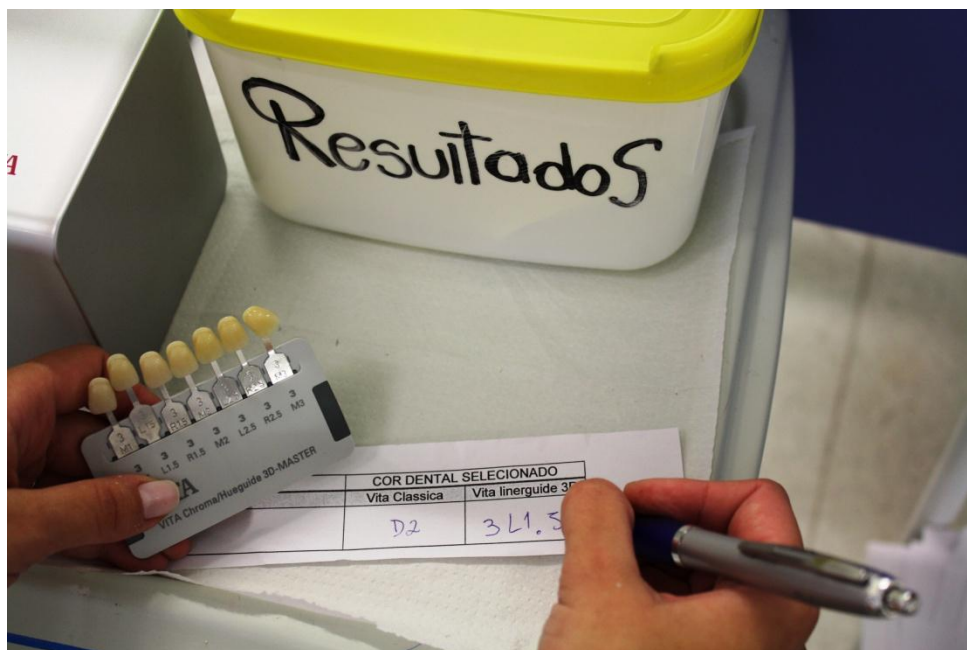


FIGURA 11: Anotações dos resultados das seleções em uma tabela individual.

No segundo grupo (Grupo 2) ( $n= 30$ ) de alunos da 8ª fase do Curso de Graduação em Odontologia, procedeu-se da mesma forma que no Grupo 1, com a diferença que no momento das seleções visuais da cor foi utilizado o dispositivo auxiliar com uma fonte de iluminação D65 (Figura 11). No momento de utilizar os

óculos experimentais, o aluno ligou a iluminação padrão D65, e a manteve ligada por 2 minutos para cada uma das seleções, com as escalas diferentes.



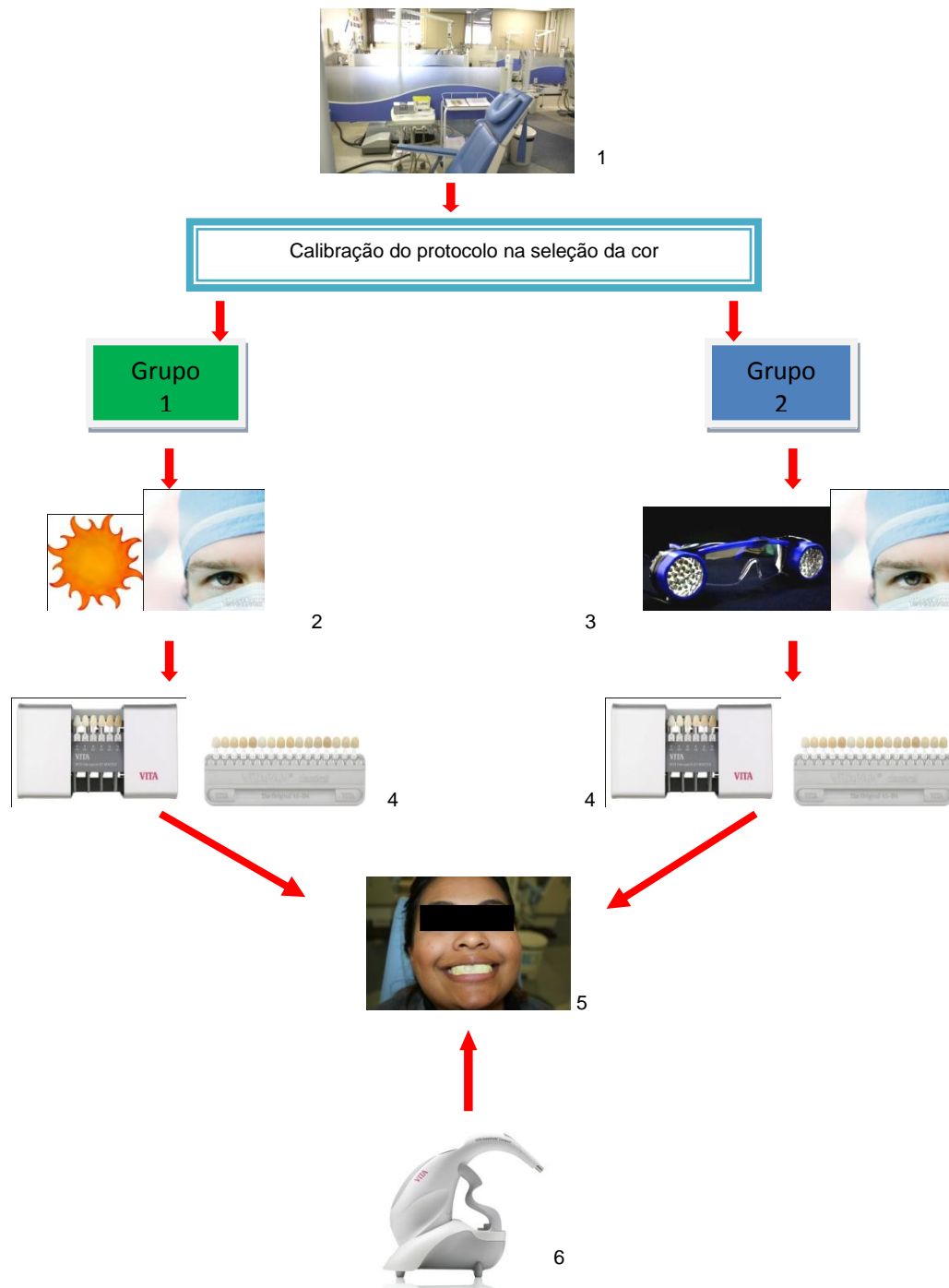
FIGURA 12: Seleção da cor do dente com o dispositivo auxiliar.

#### 4.2.3.3 AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR

Previamente aos testes experimentais, foi selecionada a cor do incisivo central superior direito utilizando um espectrofotômetro (VITA EasyShade Compact, VITA Zahnfabrik, Alemanha), obtendo uma medida padrão que foi utilizada como referência para os resultados visuais. Foram feitas 5 medições das quais o resultado que foi reproduzido 3 vezes, foi tomado com a cor certa.

O procedimento para realizar uma precisa e correta medição com VITA Easyshade Compact é colocar a ponteira de medição apoiada e assentada completamente, de forma perpendicular, sobre a superfície dentária. Enquanto a ponteira de medição estiver posicionada e apoiada perfeitamente sobre a superfície dentária, deve-se acionar o botão de medição. A ponteira deve ficar apoiada sobre o dente até o término do processo de medição, que é confirmado após a emissão de três sinais sonoros. O VITA Easyshade Compact apresenta o resultado da medição de cor em duas nomenclaturas de escalas de cor: Vita Classical e Vita Linearguide 3D-Master (VITA Zahnfabrik, Alemanha).

### 4.3 SÍNTESES DO EXPERIMENTO



1. Ambiente padronizado
2. Seleção visual da cor com luz ambiente
3. Seleção visual da cor com luz padronizada
4. Escalas de cor VITA Linearguide 3D-Mater e VITA Classical
5. Paciente
6. Seleção da cor do dente da paciente com espectrofotômetro



**RESULTADOS**

## 5. RESULTADOS

Os valores das seleções da cor neste estudo estão apresentados segundo a nomenclatura das escalas da cor VITA Classical (VC) (A,B,C,D) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D) (0,1,2,3,4,5), para o Grupo 1 e Grupo 2. Os resultados das seleções visuais foram comparados baseados no resultado da seleção instrumental realizada com espectrofotômetro, do incisivo central superior direito da paciente. (PAUL; PETER, 2002; DA SILVA, 2008; PARAVINA, 2009)

### 5.1 MENSURAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA

A mensuração obtida pelo espectrofotômetro para as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D), estão na Tabela 1:

TABELA 1: Resultados das leituras do espectrofotômetro para as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D Master (V3D).

<b>Leitura do Espectrofotômetro</b>	<b>Vita Classical</b>	<b>Vita Linearguide 3D Master</b>
	A1	1M2
	A1	1M2
	A1	1M2
	B1	1M1.5
	B1	1M1.5
Resultado final	A1	1M2

## 5.2 ANÁLISES DAS SELEÇÕES VISUAIS

### 5.2.1 GRUPO 1:

Os resultados das seleções visuais da cor utilizando as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D), com iluminação ambiente, estão apresentados na TAB 2 (APÊNDICE 1)

### 5.2.2 GRUPO 2:

Os resultados das seleções visuais da cor utilizando as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D) utilizando o dispositivo que contém iluminação padronizada D65, estão apresentados na Tabela 3 (APÊNDICE 2)

## 5.3 PERCENTUAL DE ACERTOS

O percentual de acertos, de acordo com o tipo da escala e o tipo de iluminação, estão apresentados na Tabela 4:

TABELA 4: Percentual de acertos de acordo com o tipo de escala e tipo de iluminação

	Luz ambiente	Luz padronizada D65
Vita Classical (VC)	3,33%	50%
Vita Linearguide 3D Master (V3D)	6,66%	63,3%



## 5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi aplicado o *Teste de proporções* entre os grupos ( $p= 0,5$ ) , cujos resultados se apresentam na Tabela 5:

TABELA 5: *Testes de proporções* entre os grupos.

Comparações			P
VC (luz ambiente) (3,3%)	x	V3D (luz ambiente) (6,6%)	0,5536
VC (luz padronizada D65) (50%)	x	V3D (luz padronizada D65) (63,3%)	0,2974
VC (luz ambiente) (3,3%)	x	VC (luz padronizada D65) (50%)	<0.0001*
V3D (luz ambiente) (6,6%)	x	V3D (luz padronizada D65) (63,3%)	<0.0001*

\* Fortemente significativo

De acordo com os resultados obtidos, a escala VITA Linearguide 3D Master, apresentou maior índice de acerto, embora sem diferença estatística, em relação à escala VITA Classical. As duas escalas apresentaram desempenho semelhante, quando comparadas entre si, para os dois tipos de iluminação.

### 5.5.1 ESCORES

Os escores foram criados tomando como base a nomenclatura dos grupos de cores nas escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D) como exposto nas tabelas 6 e 7. A escala de cor VITA Classical apresenta 4 grupos de cores diferentes nos quais, dentro de cada um deles, estão

representados as diferentes cores dentárias (A,B,C e D). O escore 0 foi aplicado nos casos em que houve acerto da escolha de cor. O escore 1 foi aplicado quando houve erro de um grau na escolha de cor; o escore 2 foi aplicado quando houve erro de dois graus na escolha de cor; o escore 3 foi aplicado quando houve erro de três graus na escolha de cor. O pressuposto adotado é que o erro por um grau merece um escore mais próximo do acerto do que erros de mais graus, relativizando o peso de erro em relação à cor original.

TABELA 6: Escores para a escala Vita Classical.

<b>VC</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Escore</b>	0	1	2	3

Grupo A =acerto

.

Foi adotado uma tabela de equivalência para a escala VITA Classical organizada em termos da dimensão do Valor, assumindo o escore 0 na VITA Classical para os pontos 1-4 da escala Linearguide, e assim proporcionalmente, como colocado no quadro abaixo QUADRO 7 (BERNARDON; SARTORI, 2010). Os resultados estão apresentados na Tabela 8 e 9 (APÊNDICE 3 e 4):

QUADRO 8: equivalência da escala VITA Classical em termos do Valor para a escala VITA linearguide 3D-Master.

Pontos da escala Linearguide	Escore atribuído para equivalência com a VITA Classical
1-4	0
5-8	1
9-12	2
13-16	3

No caso da tabela 7, o raciocínio para atribuição dos escores é o mesmo. A escala de cor VITA Linearguide 3D-Master apresenta 6 grupos de cores diferentes nos quais, dentro de cada um deles, estão representados as diferentes cores dentárias (0,1,2, 3, 4, 5 e 6). A diferença é que erros de um grau para menos também recebeu escore 1, tanto quanto erros de um grau para mais (item 2 da escala V3D).

TABELA 7: Escores para a escala Vita Linearguide 3D-Master

V3D	0	1	2	3	4	5
Escore	1	0	1	2	3	4

Grupo 1= acerto

### 5.5.2 TESTE *MAN-WHITNEY*

Mediante o teste *Mann-Whitney*, foram comparados os escores de acertos dos dois grupos, para as seleções visuais com iluminação ambiente e iluminação padronizada D65.

#### 5.5.2.1 RESULTADOS TESTE *MANN-WHITNEY*

Os resultados do *Teste Mann-Whitney* para comparação dos escores obtidos nas duas escalas, entre diferentes tipos de iluminação são apresentados na Tabela 10:

TABELA 10: Resultados do Teste *Mann-Whitney* para comparação dos escores obtidos nas duas escalas, entre diferentes tipos de iluminação.

VITA Classical (VC)	U = 544 U' = 356	p = 0,1338
VITA Classical (VC) Em termos do Valor	U = 651 U' = 249	p = 0,0006
VITA Linearguide 3D-Master (V3D)	U = 722.5 U' = 127.5	p < 0,0001

Na comparação dos graus de erro na seleção da cor, utilizando a escala VITA Classical, a luz padrão D65 apresenta uma *tendência* de diminuição de grau de erro (os participantes erraram para "menos"). Ao analisar o escore médio da escala VITA Classical, percebe-se que no grupo de luz convencional o grau de erro foi praticamente o dobro do encontrado no grupo de luz padronizada (1,2 x 0,63) mostrando a tendência indicada no teste de *Mann-whitney* de um grau de erro menos grave na presença da luz padronizada,

embora sem significância estatística. Na comparação dos graus de erro na seleção da cor utilizando a escala VITA Linearguide, com a luz padrão D65 houve significância, demonstrando que o grau de erro efetivamente diminui.



**DISCUSSÃO**

## 6. DISCUSSÃO

A determinação visual de cor, por comparação dos dentes com o padrão de escalas da cor, é o método mais utilizado na Odontologia. É um processo subjetivo e, fatores como: as condições de iluminação, experiência, idade, fadiga do olho humano e variáveis fisiológicas podem levar a leituras inconsistentes. Apesar dessas limitações, o uso de escalas de cor é um método rápido e de baixo custo para a seleção da cor dental. (WATTS, 2001; SPROULL, 2001b; PAUL; PETER, 2002)

A tarefa de julgar a cor com um iluminante representa um desafio significativo para a análise visual, sendo que a iluminação é um dos fatores mais importantes nesse método de seleção. (AMANO, 2004; DAGG et al., 2004) O tipo de luz, assim como, a temperatura da cor, são algumas das variáveis que devem ser levadas em consideração. (BURKINSHAW, 2004; CHU; DEVIGUS; MIELESZKO, 2004).

É indiscutível a necessidade da luz neutra do dia na seleção ideal da cor, devendo ocorrer no horário entre 11:00 e 14:00h (AMANO, 2004; LEE; LIM; KIM, 2004). Na presente pesquisa, os testes foram realizados no horário entre 8:00 e 11:00h, tentando criar uma condição de iluminação distante dos parâmetros ideais. Devido às mudanças climáticas e os diferentes horários das consultas, as condições ideais de iluminação não são sempre obtidas no consultório odontológico, portanto, uma fonte de iluminação que padronize esta condição é importante.

Geralmente, testes de seleção da cor têm sido realizados com essa condição de iluminação padrão, denominada pela Comissão Internacional da Iluminação (CIE), como iluminante da luz do dia (D65). Esse iluminante tem um espectro que corresponde a uma mistura típica da luz solar direta e dispersa, com temperatura da cor de 6.500K (o tipo de luz que ocorre no horário das 11:00 às 14:00 h (BAURLE,1982;CHU; DEVIGUS; MIELESZKO, 2004). A maioria dos estudos encontrados fazem avaliações utilizando o iluminante D65 em comparação com outros tipos de iluminação, sobre amostras de resina acrílica ou porcelana (DAGG et al., 2004; CURD, 2006; CORCODEL, 2009;GOKCE et al, 2010), não sendo representativos de uma seleção visual da cor com paciente na clínica odontológica. Nesta pesquisa, foram realizadas as seleções visuais sobre um dente natural vital simulando uma seleção de cor no consultório odontológico.

Na presente pesquisa, a técnica utilizada na seleção da cor pelo método visual seguiu as indicações do fabricante das duas escalas de cor VITA Classical e VITA Linearguide 3D-Master (VITA, Zahnfabrik, Alemanha), como foi previamente explicado na calibração dos conceitos básicos na seleção de cor para os participantes. Sproull (2001) enfatizou a importância de compreender os parâmetros colorimétricos de valor, croma, e matiz, para solucionar os problemas de seleção de cor de um modo passo a passo. A escala de cor VITA Classical apresenta sua organização de acordo com matiz e croma. Ela apresenta 16 escolhas com variabilidade em matiz e croma, porém, nenhum método para avaliar o valor. Ao contrário, a escala VITA Linearguide 3D-Master incorpora os determinantes de cor em uma sequência lógica: 1) valor, 2) croma, e 3) matiz. (SPROULL, 2001).



Outra razão importante pelo que foi considerado o valor como o primeiro parâmetro colorimétrico a ser avaliado, foi que devido a seleção da cor dental pelo método visual, não pode ser descartada a determinante fisiológica do observador, que possui mais de 120 milhões de receptores para julgar o valor da luz nos objetos, versus aproximadamente 7 milhões de receptores para distinguir o matiz. Por tanto, o valor é mais facilmente percebido que o matiz (BOKSMAN, 2007).

Para padronizar a seleção da cor, selecionou-se o incisivo central superior direito da paciente. Os incisivos centrais superiores são os mais observados no momento da seleção da cor além de serem os dentes predominantes no sorriso, e que apresentam maior superfície de área plana, refletindo mais luz. (WATTS, 2001). A cor do incisivo central superior direito foi conferida por medição instrumental com a utilização do espectrofotômetro Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Alemanha).

JOHNSTON e KAO,1989; OKUNO et al.,1998; PAUL e PETER, 2002; Da SILVA, 2008 têm relatado que o uso de espectrofotômetros na seleção da cor dental é mais preciso e reprodutível em comparação com a avaliação visual humana. Portanto, nesta pesquisa, a cor selecionada pelo método instrumental do incisivo central superior direito foi utilizada como uma medida padrão, na qual os resultados das seleções visuais pelos grupos 1 e 2 foram referenciadas.

A posição da paciente na cadeira odontológica, durante as seleções de cor, foi sentada em um ângulo de 90 graus, com o operador posicionado em pé, frente a

ela, com a linha de visão o mais paralela possível ao plano oclusal da paciente. Essa posição foi escolhida, porque o observador vê somente um objeto quando a luz vem dele, e as superfícies perpendiculares à linha de visão do observador enviam a maior quantidade de luz possível (BILMEYER; SALTZMAN, 1981). A superfície que reflete a luz no dente não envia luz suficiente para o olho do operador, se não estiver perpendicular a ele. Quando a cor dental foi selecionada utilizando o dispositivo auxiliar, que possui uma fonte de luz padronizada D65, a luz ficou a uma distância do comprimento do braço do operador, em função de dois motivos: 1) garantir que a parte mais sensível da retina seja utilizada, e 2) reduzir a interferência da luz ambiente, mantendo a fonte de luz mais próxima da boca do paciente (aproximadamente 60 cm) (HO; HONS, 2007).

Paravina (2009) avaliou a influência das diferentes escalas de cor no método de seleção visual, concluindo que a escala de cor VITA Linearguide 3D Master possibilitou melhor o acerto na seleção da cor em comparação com a escala de cor VITA Classical, utilizando uma fonte de iluminação padrão. Nesta pesquisa, o Grupo 1 selecionou a cor do incisivo central superior direito pelo método visual utilizando as escalas de cor VITA Classical e VITA Linearguide 3D-Master (VITA, Zahnfabrik, Alemanha), em condições de luz ambiente da clínica odontológica. A escala de cor VITA Linearguide 3D-Master (6,6%) teve melhor desempenho em comparação à escala de cor VITA Classical (3,3%), porém, sem significância estatística ( $p= 0,5536$ ). O segundo grupo (Grupo 2) selecionou a cor do incisivo central superior direito pelo método visual utilizando as escalas de cor VITA Classical e VITA Linearguide 3D-Master (VITA, Zahnfabrik, Alemanha), em condições de iluminação padronizada D65 (CORCODEL, 2009). A escala VITA

Linearguide 3D-Master apresentou o melhor desempenho (63,3%) com relação à escala de cor VITA Classical (50%), o que sugere sua utilização para as seleções visuais da cor no consultório odontológico.

Existem diferenças nas construções das escalas que podem sugerir um melhor desempenho na seleção visual da cor. O desenvolvimento da escala VITA Linearguide 3D-Master está baseada em conhecimentos fundamentados, e prestou-se atenção especial na gama de cores dentárias naturais e sua distribuição no espaço da cor. Por outro lado, a escala VITA Classical é baseada em análises empíricas, por isso inclui menos cores e não oferece uma distribuição cromática uniforme, tornando a escala mais propensa a erros (PARAVINA, 2009).

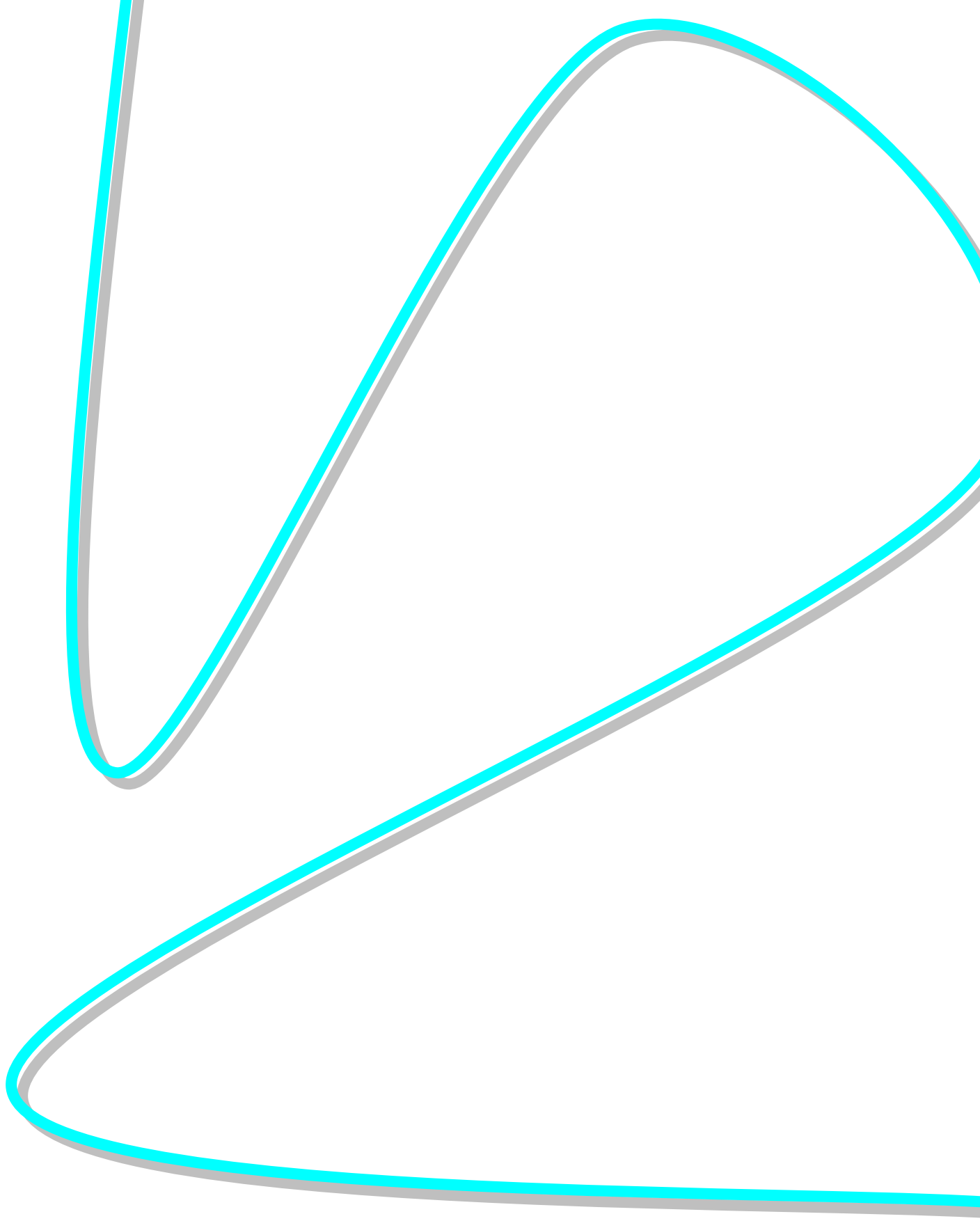
Quando é comparada a cor selecionada pelo método visual com uma seleção feita pelo método instrumental, se cria uma comparação objetiva, levando em consideração somente duas opções: acertou ou errou. No momento de observar algumas outras seleções visuais que não alcançaram o resultado exato obtido pelo método instrumental, mas estão perto da cor ideal, criando uma condição subjetiva. No presente estudo foram criados escores tomando como base a nomenclatura dos grupos das cores nas escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D), incluindo em cada um dos grupos de cor de cada uma das escalas, aquelas seleções que não foram aceitas, mas que ficaram próximas do resultado ideal, obtendo como resultado diferentes graus de erro (JASINEVICIUS, 2009).

Cordodel et al. (2009) e Gokce et al. (2010) investigaram o acerto na seleção das cores sob luz natural e lâmpada com luz padrão D65, concluindo que a padronização das condições de luz melhorou significativamente a capacidade de acertar na seleção das cores. Nesta pesquisa, a comparação dos graus de erro na seleção da cor utilizando a escala VITA Classical com a luz padrão D65 apresenta uma *tendência* de diminuição de grau de erro (ou seja, os participantes erraram "menos"). Na comparação dos graus de erro na seleção da cor utilizando a escala VITA Linearguide 3D-Master, a luz padrão D65 apresentou significância estatística, diminuindo o grau de erro. Portanto, para a escala VITA Linearguide 3D-Master, a padronização da luz utilizando uma fonte de iluminação D65, tende a diminuir o grau de erro nas seleções visuais da cor, obtendo resultados mais próximos da cor real.

Cabe considerar na presente pesquisa o grau de experiência por parte dos participantes. Os dois grupos que realizaram as seleções visuais foram compostos por estudantes de Odontologia que apresentam um grau de experiência e conhecimento similares sobre os temas relacionados com cor e seleção visual. Os resultados desta pesquisa poderiam ser diferentes se as seleções visuais da cor fossem realizadas entre grupos com diferentes graus de experiência profissional na área. (CULPEPPER, 1970; CURD, 2006; DA SILVA, 2008; JASINEVICIUS, 2009).

Durante a seleção visual da cor, a utilização de uma fonte de iluminação D65 que corresponde à luz do sol, ajuda a padronizar as condições de iluminação e melhora a habilidade de selecionar a cor dental pelo operador de forma mais

correta, devendo ser considerada na prática odontológica diária como uma ferramenta imprescindível na seleção visual da cor. No momento de selecionar o tipo de escala de cor a ser utilizada nas seleções visuais, sugere-se utilizar a escala de cor VITA Linearguide 3D-Master, já que ela apresentou uma tendência menor de erro nas seleções, e aumentaria a possibilidade de sucesso nos tratamentos odontológicos.



**CONCLUSÕES**

## 7. CONCLUSÕES

- As condições de iluminação influenciaram significativamente os resultados das seleções visuais da cor dental utilizando um dispositivo auxiliar que possui uma fonte de iluminação padrão D65.
- A presença da iluminação artificial interferiu na seleção visual de cor.
- A utilização de uma fonte de iluminação padrão D65 influenciou o grau de sucesso e acerto nas seleções visuais da cor (para a escala VITA Linearguide 3D-Master), melhorando a capacidade dos estudantes de Odontologia para selecionar a cor.



**REFERÊNCIAS**



## 8. REFERÊNCIAS

AMANO K.; FOSTER, D. H. Colour constancy under simultaneous changes in surface position and illuminant. **Proc. Biol. Soc.** [S.l.], v. 271, p. 2319-2326, 2004.

BAURLE, Tasso. Effect of light on shade selection. **Quintessence International**, Berlin, v. 10, n. 10, 1982.

BERNARDON, JK.; SARTORI, N.; Clinical Performance of Vital Bleaching Techniques. **Operative Dentistry**, 2010, 35-1, 3-10.

BERNE, R.; LEVY, M. N. O sistema visual. **Fisiologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. Cap. 9, p. 132-155.

BILLMEYER Jr., F. W.; SALTZMAN, M. **Principles of color technology**. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1981.

BOKSMAN, Len. Shade selection: accuracy and reproducibility. **Ontario Dentist**, [S.l.], p. 24-27, May 2007.

BOSCH, T.; COOPS, J. J. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. **J. Dent. Res.**, Toronto, v. 74, p. 374-380, 1995.

BRIDGEMAN, I. The nature of light and its interaction with matter. In: MCDONALD, R. (Ed.). **Colour physics for industry**. Huddersfield: H. Charlesworth, 1987. p. 1-34.

BURGT, T. P. van der et al. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 63, n. 2, p. 155-162, Feb. 1990.

BURKINSHAW, S. M. Colour in relation to dentistry: fundamentals of colour science. **British Dental Journal**, London, v. 196, n. 1, Jan. 2004.

CAL, E.; SONUGELEN, M.; GUNERI, P. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 31, p. 483-491, 2004.

CHANG, John et al. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. **Journal of Dentistry**, Oxford, v. 37, n. 12, Nov. 2009.

CHU, S. J.; DEVIGUS, A.; MIELESZKO, A. J. Elements affecting color. **Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry**. Chicago: Quintessence, 2004. p. 19-49.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **Colorimetry technical report**. 3. ed. Vienna: CIE Bureau Central; Color Company, 2004. (CIE Pub., 15).

CORCODEL, Nicoleta; RAMMELSBERG, Peter. Effect of external light conditions during matching of tooth color: an intraindividual comparison. **Int. J. Prosthodont**, Heidelberg, v. 22, n. 1, p. 75–77, Jan./Feb. 2009.

CULPEPPER, W. A comparative study of shade-matching procedures. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Saint Louis, Mo., US, v. 24, n. 2, p. 166-173, Aug. 1970.

CURD, Francis M.; JASINEVICIUS, Roma. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 96, n. 6, p. 391-396, Dec. 2006.

DAGG, H. et al.. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. **Journal of Oral Rehabilitation**., v.31, n. 9, p.900-904, 2004.

DAIN, S. J. Daylight simulators and colour vision tests. **Ophthalmic Physiol. Opt.** Bradford, v. 18, p. 540-544, 1998.

DA SILVA, Park; WEBER, H, et al. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 99, n. 5, p. 361-368, Maio 2008.

EVES, M. G. Shade selection and value control. **J. Dent. Technol.**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 11-17, Jan./Feb. 2000.

FONDRIEST J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. **Int. J. Periodont. Restorat. Dent.**, [S.l.], v. 23, n. 5, p. 467–479, 2003.

GEARY, J. L.; KINIRONS, M. J. Colour perception of laboratory-fired samples of body-coloured ceramic. **J. Dent.**, Bristol, v. 27, p.145-148, 1999.

GOKCE, Hasan Suat et al. Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 103, n. 3, p. 139-147, Mar. 2010.

HENEINE, F. Biofísica da visão. **Biofísica básica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1996. Cap. 18, p. 301-319.

HO, Christopher. Shade selection. **Australasian Dental Practice**, p. 130-136, Sept./Oct. 2007.

JAHANGIRI, L. et al. Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 87, n. 2, p. 149-152, Feb. 2002.

JASINEVICIUS, Roma et al. Shade-matching abilities of dental laboratory technicians using a commercial light source. **Journal of Prosthodontics**, Malden, MA, US, v. 18, n. 1, p. 60–63, Jan. 2009.

JOHNSTON, W. M.; KAO, E. C. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. **J. Dent. Res.**, Washington, US, v. 68, n. 5, p. 819-822, May. 1989.

JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **J. Dent.**, Oxford, v. 32, p. 3-12, 2004.

JUDD, D. B.: Ideal Color Space, **Color Eng.** 8:38, 1970.

KLEMETTI, E. et al. Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 31-5, Jan. 2006.

KO, C. C. et al. Optical scattering power for characterization of mineral loss. **Journal of Dental Research**, Washington, US, v. 79, n. 8, p. 1584-1589, Aug. 2000.

LEE, Y.; LIM, B.; KIM, C. Influence of illuminating and viewing aperture size on the color of dental resin composites. **Dent. Mater.**, Kidlington, UK, v. 20, n. 2, p. 116-123, Feb. 2004.

LEHMANN, Karl; IGIEL, Christopher; SCHMIDTMANN, Irene. Four colormeasuring devices compared with a spectrophotometric reference system. **Journal of Dentistry**, Oxford, v. 38, suppl. 2, p. e65-e70, 2010.

MCLAREN, K. Colour space, colour scales and colour difference. In: MCDONALD R. (Ed.). **Colour physics for industry**. Huddersfield: H. Charlesworth, 1987. p. 97-115.

MELO, T. S.; KANO, P.; ARAÚJO Júnior, E. M. Avaliação e reprodução cromática em odontologia restauradora: parte I: o mundo das cores. **Int. J. of Braz. Dent.**, São José, SC, v. 1, n. 2, p. 95-104, abr./jun. 2005.

MUNSELL, A. H. **A color notation**. 11. ed. Baltimore: Munsell Color, 1961. p. 15.

NAGAI, S; YOSHIDA, A; SAKAI,M; **Journal Of Dentistry**, 2009. Vol. 37 Suppl 1, p. e57-63

O'BRIEN, W. J. et al. Color distribution of three regions of extracted human teeth. **Dent. Mater.**, Kidlington, UK, v. 13, n. 3, p. 179-185, May 1997.

OKUBO, S. R. et al. Evaluation of visual and instrument shade matching. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 80, n. 6, p. 642-648, Dec. 1998.

PARAMEI, G. V.; BIMLER, D. L.; CAVONIUS, C. R. Effect of luminance on color perception of protanopes. **Vision Res.**, [S.l.], v. 38, n. 21, p. 3397-3401, Nov. 1998.

PARAVINA, Rade. Performance assessment of dental shade guides. **Journal of Dentistry**, Oxford, v. 37, suppl. 1, e15-e20, 2009.

PAUL, S. et al. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. **Journal of Dental Research**, Washington, US, v. 81, n. 8, p. 578-582, Aug. 2002.

PETTER, C. O.; GLIESE, R. **Fundamentos em colorimetria**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. Apostila

RISTIC, Ivan; PARAVINA, Rade. Color measuring instruments. **Acta Stomatologica Naissi**, Nis, Sérvia, v. 25, n. 60, p. 925-932, Dec. 2009.

RYERSON, N.V. Introduction to color perception. **Trends Tech. Contemp. Dent. Lab.**, [S.l.], v. 8, n. 8, p. 43-53, Oct.1991.

SEGHI, R. R; JOHNSTON, W. M.; O'BRIEN, W. J. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. **Journal of Dental Research**, Washington, US, v. 68, n. 12, p. 1755-1759, Dec. 1989.

SENSABAUGH, Cindy; RDH, B. S.; GOODACRE, Charles. Understanding tooth color and shade part I: color management. **Access Magazine**, [S.l.], p. 42-45, Sept./Oct. 2006.

SLOBODAN, Đurišić et al. Instrumental selection of tooth color in prosthodontic rehabilitation. **Serbian Dental J.**, Belgrade, Sérvia, v. 54. n. 4, p. 240-247, 2007.

SNYDER, Todd. Shade guides and color visualization. **Dental Economics**, [S.l.], p. 52-54, Nov. 2010.

SPROULL, R. C. Color matching in dentistry: part I: the three-dimensional nature of colour. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 86, n. 5, p. 453-457, Nov. 2001a.

SPROULL, R. C.: part II: practical applications of the organization of color. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 86, n. 5, p. 458-464, Nov. 2001b.

TOUATI, B.; MIARA, P.; NATHANSON, D. **Odontologia estética e restaurações cerâmicas**. 1.ed. São Paulo: Santos, 2000.

TRUSHKOWSKY, Richard D.; PARAVINA, Rade D. Dental color matching instruments and systems: review of clinical and research aspects. **Journal Of Dentistry**, Oxford, v. 38, suppl. 2, p. e2–e16, 2010.

TUNG F. F. et al. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 88, n. 6, p. 585-590, Dec. 2002.

Van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. **Journal of Prosthetic Dentistry**. 63:155-62

VAARKAMP J., TEN BOSCH, J. J., VERDONSCHOT, E. H. Propagation of light through human dental enamel and dentine. **Caries Research**, London, v. 29, n. 1, p. 8-13, 1995.

VOLPATO, C. A. M. **Influência óptica do tipo de iluminante nos materiais cerâmicos (IPS-Empress e IPS-Empress 2)**. 2005. 74 f. Trabalho apresentado como requisito para concurso público, Departamento de Estomatologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

WATTS, A.; ADDY, M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. **British Dental J.**, London, v. 190, n. 6, p. 309-316, Mar. 2001.

WEE, A. G.; MONAGHAN, P.; JOHNSTON, W. M. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 87, n. 6, p. 657-666, June 2002.

YUAN, J. C.-C. et al. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York, v. 98, n. 2, June 2007.



**APÊNDICE**

## APÊNDICE 1

TABELA 2: Resultados das seleções visuais da cor utilizando as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D Master (V3D), com iluminação ambiente.

PARTICIPANTE	VC	V3D
1	B2	2M2
2	B2	2M2
3	A2	1M2
4	A2	2R1.5
5	D2	3L1.5
6	D2	2R1.5
7	D2	2R1.5
8	A2	2M2
9	A1	2R1.5
10	A2	2R1.5
11	C1	1M1
12	A2	2M2
13	A2	2M1
14	C1	2R1.5
15	D2	2M2
16	A2	2M1
17	D2	3M1
18	B2	2R1.5
19	D2	3M1
20	D3	2M2
21	A2	1M2
22	A2	2L1.5
23	A2	2R1.5
24	A2	2M2
25	B1	1M1
26	C2	2R2.5
27	A2	2M2
28	C1	2R2.5
29	A2	2R1.5
30	D3	2M2



## APÊNDICE 2

TABELA 3. Resultados das seleções visuais da cor utilizando as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D), com iluminação padrão D65.

PARTICIPANTE	VC	V3D
1	A1	2M1
2	A1	1M2
3	A1	1M2
4	B1	1M2
5	B1	1M2
6	C1	1M2
7	B1	1M2
8	C1	1M2
9	A1	1M2
10	B2	2R1.5
11	B2	1M2
12	B1	1M1
13	A1	1M2
14	B1	1M2
15	A1	1M2
16	C1	1M1
17	B2	1M2
18	A1	1M2
19	A2	2R1.5
20	A1	1M1
21	C1	1M1
22	A1	1M2
23	A1	1M2
24	A1	1M1
25	A1	2L1.5
26	A1	1M2
27	A1	1M1
28	B1	1M2
29	A1	1M2
30	C1	2L1.5

### APÊNDICE 3

TABELA 8: Escores de acerto para os dois grupos, com e sem iluminação padronizada D65, para as escalas VITA Classical (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D).

N	VC (luz ambiente)	VC (luz padrão D65)	V3D (luz ambiente)	V3D (luz padrão D65)
1	1	0	1	2
2	1	0	1	0
3	0	0	0	0
4	0	1	1	0
5	3	1	2	0
6	3	2	1	0
7	3	1	1	0
8	0	2	1	0
9	0	0	1	0
10	0	1	1	1
11	2	1	0	0
12	0	1	1	0
13	0	0	1	0
14	2	1	1	0
15	3	0	1	0
16	0	2	1	0
17	3	1	2	0
18	1	0	1	0
19	3	0	2	1
20	3	0	1	0
21	0	2	0	0
22	0	0	1	0
23	0	0	1	0
24	0	0	1	0
25	1	0	0	1
26	2	0	1	0
27	0	0	1	0
28	2	1	1	0
29	0	0	1	0
30	3	2	1	1

**Escore:** 0= acerto

1= erro por 1 grau na escolha da cor

2= erro por 2 grau na escolha da cor

3= erro por 3 grau na escolha da cor

## APÊNDICE 4

TABELA 9: Escores de acerto para os dois grupos, com e sem iluminação padronizada D65, para as escalas VITA Classical organizada em termos do valor (VC) e VITA Linearguide 3D-Master (V3D).

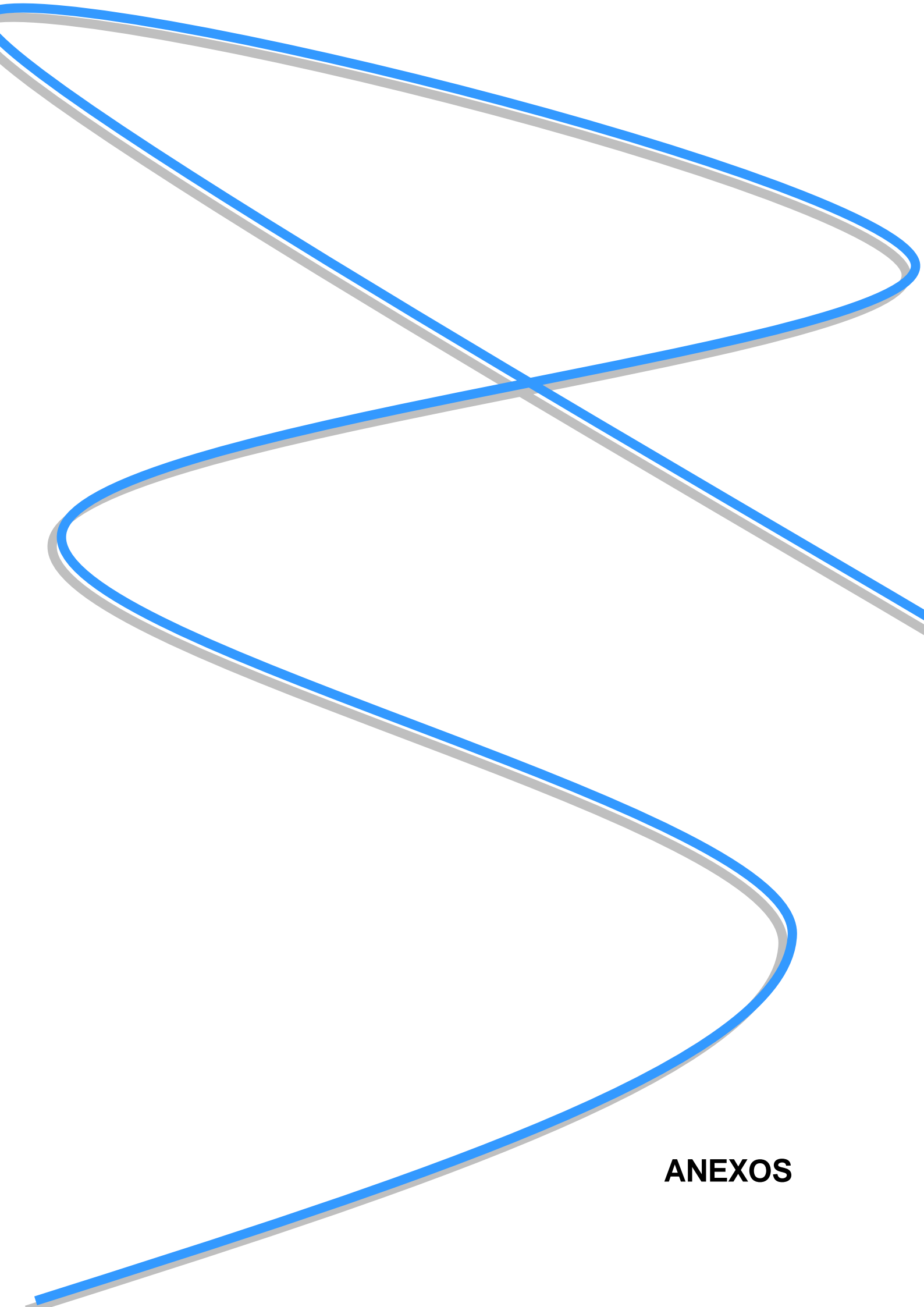
N	VC (luz ambiente)	VC (luz padrão D65)	V3D (luz ambiente)	V3D (luz padrão D65)
1	0	0	1	2
2	0	0	1	0
3	0	0	0	0
4	0	0	1	0
5	0	0	2	0
6	0	0	1	0
7	0	0	1	0
8	0	0	1	0
9	0	0	1	0
10	0	0	1	1
11	0	0	0	0
12	1	0	1	0
13	1	0	1	0
14	1	0	1	0
15	1	0	1	0
16	1	0	1	0
17	1	0	2	0
18	1	0	1	0
19	1	0	2	1
20	1	0	1	0
21	1	0	0	0
22	1	0	1	0
23	1	0	1	0
24	1	0	1	0
25	1	1	0	1
26	1	1	1	0
27	1	1	1	0
28	1	1	1	0
29	2	1	1	0
30	2	1	1	1

**Escore:** 0= acerto

1= erro por 1 grau na escolha da cor

2= erro por 2 grau na escolha da cor

3= erro por 3 grau na escolha da cor



**ANEXOS**

## A. Certificado Comitê de ética

Certificado

<https://sistema.cep.ufsc.br/certificado/certificado...>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão  
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 1849

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584/GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regimento Interno do CEPSH, CERTIFICA que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP.

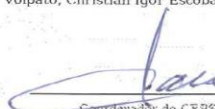
APROVADO

PROCESSO: 1849 FR: 412524

TÍTULO: Influência da iluminação na seleção visual da cor

AUTOR: Cláudia Ângela Maziero Volpato, Christian Igor Escobar Martinez

FLORIANÓPOLIS, 28 de Março de 2011.

  
Coordenador do CEPSH/UFSC  
Prof. Washington Portela de Souza  
Coordenador do CEPSH/UFSC

## B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Aluno:

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado(a) participante:

Sou estudante do curso de Pós-Graduação (Mestrado em Odontologia – área de Concentração Prótese Dentária) da Universidade Federal de Santa Catarina. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão da Prof. Dra. Cláudia Maziero Volpato, cujo objetivo é avaliar a influência de distintas fontes de luz na seleção da cor dental no consultório.

Sua participação envolve selecionar a cor de um dente de uma paciente, na clínica de alta complexidade do Curso de Graduação em Odontologia /UFSC, onde utilizará um método de seleção visual com escalas da cor, e outro método utilizando um dispositivo auxiliar com uma fonte de iluminação artificial. Este procedimento durará somente 2 minutos para cada um dos dois pacientes.

Sua participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo (a). Você estará contribuindo para o estudo da compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador no telefone (48) 84745909 ou pela entidade responsável (Comitê de Ética em Pesquisa/UFSC, (48) 3721-9596).

Atenciosamente

---

Christian Igor Escobar Martinez  
Matrícula: 201007624

---

Florianópolis, DD/MM/YY

---

Professora Dra. Cláudia Maziero Volpato

**Concordo em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.**

---

Nome e assinatura do participante

---

Florianópolis DD/MM/YY

## C. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Participante:

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado(a) participante:

Sou estudante do curso de Pós-Graduação (Mestrado em Odontologia – área de Concentração Prótese Dentária) da Universidade Federal de Santa Catarina. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão da Prof. Dra. Cláudia Maziero Volpato, cujo objetivo é avaliar a influência de distintas fontes de luz na seleção da cor dental no consultório.

Sua participação envolve permitir que alunos de Graduação da UFSC, selecionem a cor do seu incisivo central superior direito, na clínica do Curso de Graduação em Odontologia /UFSC, no qual os grupos utilizarão inicialmente um método de seleção visual com escalas de cor e, posteriormente um dispositivo auxiliar com uma fonte de iluminação artificial. Este procedimento durará somente 2 minutos para cada aluno que selecionará a cor. Portanto, vamos precisar de sua participação em duas manhãs ou tardes em dias úteis, que podem ser associadas a dias em que você estará fazendo tratamento odontológico nessa clínica. Um guia de um material compatível com os tecidos orais será utilizado para isolar seu dente e facilitar a seleção da cor.

Sua participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a). Você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador ao telefone (48) 84745909 ou pela entidade responsável (Comitê de Ética em Pesquisa/UFSC, fone (48) 3721-9596).

Atenciosamente

\_\_\_\_\_  
Christian Igor Escobar Martinez  
Matrícula: 201007624

\_\_\_\_\_  
Florianópolis, DD/MM/YY

\_\_\_\_\_  
Professora Dra. Cláudia Maziero Volpato

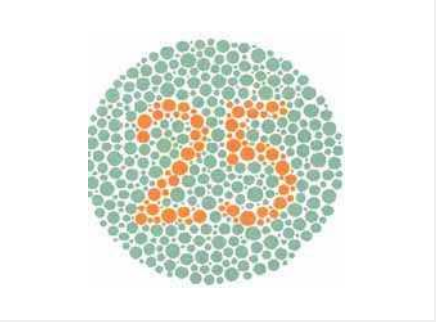
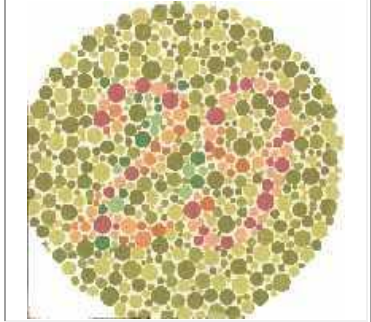
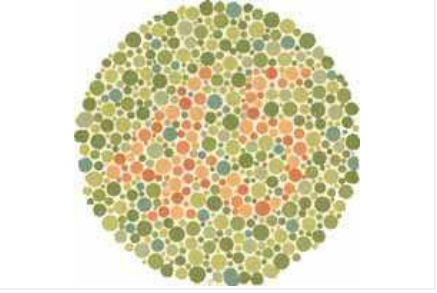
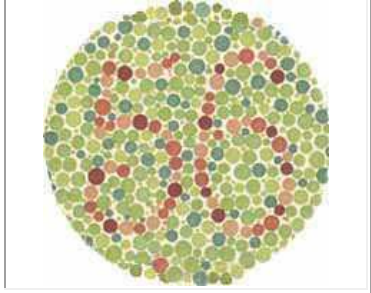
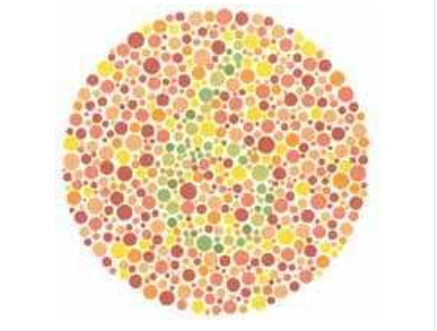
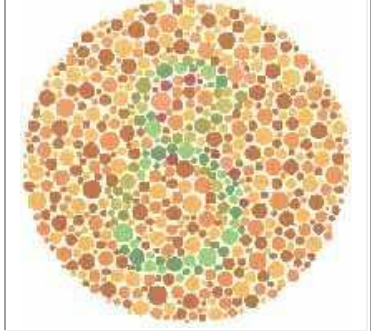
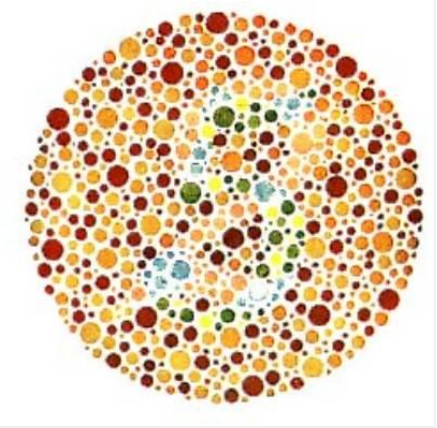
**Concordo em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.**

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Florianópolis DD/MM/YY

**D. Teste *Ishihara* para diagnosticar defeitos na percepção das cores**

*¿Que números consegue ver nas imagens?*

	
	
	
	<p>O individuo normal verá o número 5, entanto que um daltônico (cegueira para o vermelho ou verde) verá um 2.</p>

Visão normal			Cegueira para o vermelho ou verde		
	Esquerda	Direita.		Esquerda	Direita
Acima	25	29	Acima	25	Nada
Centro	45	56	Centro	Nada	56
Abaixo	6	8	Abaixo	Nada	Nada



**F. Modelo de tabelas individuais para os resultados das seleções visuais.**

<b>GRUPO 1</b>	<b>COR DENTAL SELECIONADO</b>	
	VITA Classical	VITA Linerguide 3D
<b>Participante</b>		

<b>GRUPO 2</b>	<b>COR DENTAL SELECIONADO</b>	
	VITA Classical	VITA Linerguide 3D
<b>Participante</b>		